ENDEAVOUR

Revue trimestrielle destinée à tenir registre du progrès
des sciences au service du genre humain

VOLUME VIII JUILLET 1949 NUMÉRO 31

L'alun, comme source d'histoire

On a écrit l'histoire en se plaçant à tant de points de vue différents — militaire, politique, économique, commercial, éthique, etc. — que l'on pourrait bien mettre en doute la possibilité de lui découvrir un nouvel angle d'approche. Et pourtant, bien que l'on ait pu reconstituer fidèlement la trâme de cette tapisserie vivante et si complexe, le trajet sinueux d'un fil secondaire pourrait bien révéler des rapports jusqu'ici négligés. C'est ainsi que M. Derek Spence soupçonna que l'histoire de l'alun à travers les âges pourrait bien être un de ces fils, et que le Professeur Charles Singer le justifia de façon remarquable.[1] En un volume somptueux récemment publié, Singer s'est en effet frayé un chemin de l'Egypte antique au monde moderne avec l'alun pour fil d'Ariane, apportant dans le récit de son voyage un élément entièrement nouveau dans la sphère de l'histoire de la chimie, et de l'histoire en général. Il existe d'innombrables histoires de la chimie, de branches particulières de la chimie, des métaux et des minéraux, mais un manuscrit sur l'histoire d'un corps unique est quelque chose qui demande et mérite une attention particulière.

Le choix de l'alun semble avoir été heureux pour cette première tentative de trouver un nouvel abord à l'histoire de la chimie. C'est une substance jouissant d'un passé qui date des temps les plus reculés des Pharaons. C'est aussi la seule substance — à l'exception de certains métaux et pierres précieuses — que l'on a pu, dès le début, obtenir à l'état assez pur. De plus, ses principaux usages — comme mordant, comme styptique, et pour le traitement de cuir — sont demeurés inchangés à travers les millénaires.

On attribue aux Egyptiens — race ingénieuse et entreprenante — le mérite d'avoir construit les premiers long-courriers, grâce auxquels ils exerçaient un commerce d'exportation florissant, non seulement d'articles de fantaisie comme les perles artificielles, mais de marchandises d'usage plus général, telles l'alun. Ils savaient comment le purifier — car toute impureté rend l'alun inutilisable comme mordant pour les couleurs vives, et un fragment de cuir trouvé dans une tombe égyptienne du XXème siècle avant J.-C. doit très probablement sa couleur rouge à la garance mordancée par l'alun.

Les Assyriens connaissaient également l'alun, qu'ils se procuraient dans diverses localités, l'utilisant non seulement comme styptique et comme mordant pour la teinture de la laine, mais pour diverses applications médicales et pour le tannage. Connaissaient-ils ses propriétés ignifuges ? Cela n'est pas certain, mais cette application particulière de l'alun était familière à Aulus Gellius (IIème siècle de notre ère) qui décrivit comment l'un des généraux de Mithridate ignifugea par l'alun une tour de bois, lors de la guerre contre Rome, en 87 avant J.-C. Il est également possible que l'on ait utilisé l'alun comme ignifugeant plusieurs siècles auparavant, car, après qu'un incendie eut détruit l'ancien temple de Delphes, et que l'on eut décidé d'en bâtir un nouveau, Amasis, le dernier des Pharaons d'Egypte, (570–525 avant J.-C.) fit aux autorités le don de 1.000 talents d'alun. Comme l'observe Singer, le seul transport d'une telle quantité d'alun à travers mer nécessitait une flotte considérable et, de fait, dès ses débuts, toute l'histoire de la marine marchande et des voies maritimes est intimement liée à celle du commerce de l'alun.

Sous l'empire de Rome, l'alun devint en Egypte monopole d'état, et on lui reconnut partout un caractère imposable: en 229 après J.-C. un certain Aurélius Macrobius est décrit officiellement comme « concessionnaire de l'administration de l'alun ». La principale source d'alun était à ce moment-là

[1] *The Earliest Chemical Industry*, par Charles Singer, préface de Derek Spence. Pp. xx + 338, avec nombreuses illustrations et planches en couleur. *The Folio Society, Londres*, 1948. Editions limitées, 25 et 10 guinées.

la « Petite Oasis », à 290 km au sud-est du Caire, d'où l'on transportait le minéral au port de Behnesa, sur le Nil. De Behnesa on l'envoyait ensuite par bateau en aval, pour usage local ou pour exportation par Alexandrie.

Durant l'âge des ténèbres, lorsque d'obscurs artisans gardent jalousement les quelques connaissances de chimie appliquée, l'alun conserve cependant sa familiarité et les alchimistes de l'Islam notent sa ressemblance avec les vitriols. Cependant, il faut attendre le XIIIème siècle pour qu'il reprenne un rôle important, lorsque Geber en fait mention dans la première description claire de la préparation de l'acide azotique et de l'*aqua regia*: « Prenez une livre de vitriol de cuivre, ½ livre de salpètre, ¼ de livre d'alun du Yemen. Extrayez l'eau dans un alambic chauffé au rouge sombre. Le distillat devient bien plus actif si vous ajoutez un quart de livre de *sal ammoniacum*, car le liquide peut alors dissoudre l'or, le soufre et l'argent ». L'acide azotique, produit indispensable dans le monde moderne, fait ainsi sa première apparition sur la scène chimique comme produit de l'alun.

Au XVème siècle la préparation de l'alun a déjà acquis l'importance d'une véritable industrie, et l'on utilise un « chaudron d'alun » classique, à fonctionnement continu. Ce chaudron consistait en bandes de cuivre rivetées, sur un fond de bronze moulé, monté sur un four de pierre ou de brique et chauffé par un brasier. On calcinait la pierre d'alun ou alunite, on la laissait se désagréger, puis on la versait dans l'eau bouillante du chaudron. Après une heure environ de brassage continu, à l'aide de cuillers de bois on retirait la matière solide, et on ajoutait une nouvelle quantité d'alunite. On répétait l'opération jusqu'à saturation de la solution; puis on faisait écouler le liquide et on le laissait crystalliser pendant une semaine environ, après quoi on retournait l'eau-mère au chaudron. Bon nombre de ces chaudrons étaient déjà en usage dans les fabriques d'alun de Phocée en Ionie, propriété des frères Zaccaria, de Gènes, de 1275 à 1308 environ. Il semble que l'affaire ait été très lucrative, puisque l'un des deux frères, Benedetto, fit don de sommes importantes pour seconder son projet favori — reprendre la Terre Sainte aux Sarrasins. Selon un chroniqueur contemporain les fabriques d'alun de Phocée employaient plus de 3.000 ouvriers; ce chiffre suffit à montrer l'importance de l'industrie. Environ un siècle plus tard, deux commerçants florentins passaient à Phocée une commande pour plus de mille tonnes d'alun.

En 1461 on découvrit de larges gisements d'alunite en territoire pontifical, et le Pape Pie II, qui avait en Giovanni de Castro un expert dans la production industrielle de l'alun, tenta immédiatement de créer un monopole. En deux ou trois ans la production pontificale d'alun requit les services d'au moins 8.000 ouvriers. Le côté technique de l'entreprise était conduit par une société (dont faisait partie de Castro) connue sous le nom de *Societas Aluminum*. Par la suite, la société signa un contract avec les Médicis, et le commerce de l'alun se trouva intimement mêlé à l'histoire politique générale de l'Europe.

Un siècle plus tard les corsaires anglais estimaient les transports d'alun de bonne prise, car l'Angleterre avait commencé à teindre ses propres tissus et le prix de l'alun avait fait un bond. Le Pape Léon X protesta en vain contre la saisie d'un navire transportant 12.000 ducats d'alun par un pirate anglais, qui amena le bateau à Falmouth pour le plus grand profit du duc de Suffolk.

Et ainsi se poursuit le récit fascinant, qui révèle, comme le souligne M. Spence dans sa préface, des rapports historiques surprenants et plus que jamais enchevêtrés. « En cherchant à retracer les applications de ce simple produit chimique », dit-il, « notre étonnement n'a cessé de croître en trouvant le fil de notre histoire entremêlé à tant de grands mouvements humains, politiques, économiques, sociaux, techniques, scientifiques, philosophiques, religieux et artistiques. » On rencontrerait sans nul doute la même complexité dans l'histoire de nombreuses autres substances. Et pour éditer un volume aussi luxueux que celui-ci, les futurs humanistes devront attendre de trouver des éditeurs aussi munificents que Peter Spence & Sons Ltd., qui ont bien voulu faire face aux frais de rédaction et de publication de l'ouvrage.

Rédacteur en chef: E. J. HOLMYARD, M.A., M.Sc., D.Litt., F.R.I.C.
Rédacteur adjoint: TREVOR I. WILLIAMS, B.A., B.Sc., D.Phil.
Pour les éditions étrangères: J. A. WILCKEN, B.Sc., Ph.D.

Imperial Chemical Industries, Nobel House, Buckingham Gate, Londres, S.W.1.
Prière d'adresser toute correspondance à la rédaction, 26 Dover Street, Londres, W.1.

Le métabolisme azoté dans les plantes

W. H. PEARSALL

Les plantes absorbent l'azote sous une forme relativement simple puis l'utilisent pour former, avec les composés carbonés, les amino-acides, qui sont à la base des protéines. Le mécanisme de la synthèse et de la dissociation protéique présente, pour le biologiste, le botaniste, et le phytophysiologiste, des problèmes innombrables, et il est vraisemblable que la solution de ces problèmes permettra de relier entre eux de nombreux phénomènes du métabolisme végétal.

La synthèse et la dissociation des composés azotés sont des phénomènes fondamentaux du métabolisme végétal, car ils conditionnent la production d'un groupe de substances qui constituent le principe de la vie matérielle: les protéines, elles-mêmes part importante de la structure protoplasmique; l'acide nucléique et les nucléotides, auxquels se rattachent en particulier les propriétés cytoplasmiques héréditaires; enfin, les dérivés pyrroliques, fréquemment des pigments tels la chlorophylle, dont le rôle est essentiel dans le métabolisme général. La complexité chimique de ces substances azotées est telle qu'elle présente pour le biochimiste des problèmes innombrables qui se retrouvent nécessairement dans la synthèse et la dissociation des composés azotés. Quelque fascinants que soient ces problèmes, et quelque essentielle que puisse paraître leur solution pour la compréhension de la nutrition végétale, l'intérêt qu'ils présentent nous empêche trop souvent de garder une vue d'ensemble sur le métabolisme azoté.

LES PROBLÈMES DE LA SYNTHÈSE PROTÉIQUE

Lorsqu'on hydrolyse une protéine végétale par les acides ou les enzymes, elle cède une vingtaine d'amino-acides en proportions très variées. L'un des problèmes de la synthèse protéique est de savoir comment se rangent ces mélanges très divers de quelque vingt amino-acides ou plus. Il est maintenant clair que les protéines ne sont pas de simples accumulations désordonnées des produits de condensation des amino-acides, mais, au contraire, que la disposition des amino-acides dans la protéine présente des caractères périodiques fixes. La synthèse protéique offre donc des difficultés de structure considérables, que l'on ne peut surmonter qu'en supposant que les amino-acides sont rangés sur une structure spécifique préexistante, telle la protéine protoplasmique elle-même. Sur cette base viendraient, pour ainsi dire, se greffer de nouveaux matériaux qui se modèleraient sur elle et en conserveraient la complexité. Comme il est presque impossible de faire la distinction entre ce processus et celui de la croissance, nous admettrons que la synthèse protéique a lieu lorsqu'il y a croissance, ou mieux, lorsque la synthèse protoplasmique est possible.

Il est naturel de passer ensuite en revue ce que nous connaissons des conditions existant dans les points de croissance des plantes. Le développement de la nouvelle méthode chromatographique pour l'identification des amino-acides a rendu possible la détection des divers amino-acides, même en concentration faible. C'est cette méthode qui a été appliquée sur divers tissus végétaux par Dent, Stepka, Steward (1947) et Alsopp (1948). Ils ont ainsi pu montrer que, tandis que les tissus dont la croissance était terminée contenaient souvent des amino-acides très divers, produits normaux de la dissociation protéique, les tissus en état de croissance n'en contenaient qu'un nombre limité et choisi, parmi lesquels l'acide glutamique était toujours présent en quantité prépondérante, quoique souvent accompagné d'acide aspartique. Ces faits sembleraient suggérer que la synthèse protéique végétale serait en quelque sorte canalisée dans un nombre limité d'amino-acides. On pourrait peut-être prétendre *a priori*, que l'alanine, avec l'acide glutamique et l'acide aspartique, représentent les matériaux de base de nombreux amino-acides. Mais les méthodes d'élaboration ultérieure nous sont inconnues.

Quoiqu'il en soit, il n'est pas difficile de démontrer que l'hypothèse selon laquelle la synthèse protéique dépend de la croissance est en grande partie exacte. Sachs avait déjà montré, aux environs de 1860, que c'était dans les tissus en cours de croissance de la tige et de la racine, et dans les bourgeons, que les protéines étaient le plus abondantes. Il est également évident que

la germination des graines riches en protéines et la production de protoplasme nouveau dans les semis, impliquent, d'abord l'hydrolyse de protéine, puis la condensation de celle-ci dans les jeunes plantes.

On est alors nécessairement amené à supposer que, dans la plupart des tissus actifs, le métabolisme protéique se manifeste sans arrêt sous ces deux aspects, et que l'on a affaire, en réalité, avec des substances constamment dissociées et reconstituées, de sorte que, à chaque instant, la quantité de protéine présente dans l'organisme végétal est le net produit de ces deux tendances opposées. En règle générale, par conséquent, dans les cellules ou tissus arrivés à maturité, et dans lesquels les fluctuations importantes du contenu protéique ne sont pas usuelles, les deux processus de synthèse et de dissociation tendent à se manifester à un degré plus ou moins égal.

Ce n'est que tout récemment (avec l'introduction de la technique isotopique) que l'on a pu justifier cette hypothèse de l'instabilité des protéines dans les tissus. En utilisant comme repère l'isotope N_{15}, introduit dans les plantes sous forme de sels d'ammonium, on a pu constater que l'azote isotopique apparaissait presque immédiatement dans la structure des amino-acides et des protéines. L'échange d'azote s'opère même dans les liaisons peptidiques, de sorte qu'il doit y avoir non seulement enlèvement et remplacement de l'azote α-amino des amino-acides de constitution mais également scission continuelle des liaisons peptidiques de la chaîne protéique. Jusqu'ici, ces liaisons étaient considérées comme les constituants fondamentaux de la structure protéique, et, comme tels, relativement stables. Or, la reconstitution protéique peut atteindre 6 pour cent en 12 heures, et paraît être plus rapide dans les feuilles jeunes que dans les feuilles âgées. Il y a, cependant, une deuxième raison d'admettre l'existence simultanée des deux processus de synthèse et de dissociation des protéines: c'est qu'il a fallu utiliser cette hypothèse pour expliquer l'origine protéique d'une grande partie du gaz carbonique dégagé dans la respiration. Gregory et Sen (1937), puis Richards (1938), ont supposé que les chaînes carbonées, dérivées en premier lieu de l'hydrate de carbone, passaient par une « cagnotte métabolique », d'où elles émergeaient comme acides organiques (α-céto-acides) pour former ensuite avec l'ammoniaque les amino-acides et les protéines. En même temps, les amino-acides résultant de la dissociation protéique seraient oxydés pour céder de l'ammoniaque, du gaz carbonique et des résidus carbonés, qui retourneraient à la cagnotte métabolique. Aussi longtemps que l'hydrate de carbone se trouve en abondance, la phase de synthèse du cycle équilibre la phase de dissociation protéique et d'oxydation amino-acide, de sorte que le contenu brut de protéine demeure invariable, ou presque. Si l'on admet cette conception, on peut comprendre pourquoi, dans les exemples précités, le taux respiratoire dépend en premier lieu du contenu protéique des tissus et de l'importance de la synthèse protéique.

DÉPLACEMENTS PHYSIOLOGIQUES

Considérons un organe végétal comme la feuille. Si l'on admet l'hypothèse d'une synthèse et d'une dissociation protéique continuelle, on est amené à relier cette hypothèse à la théorie des échanges respiratoires qui en résultent, et à l'envisager également dans le cadre d'états physiologiques sans cesse changeants. Dans le système réactionnel protéine $\rightleftharpoons$ amino-acide l'équilibre penche plutôt vers le premier terme au début de la croissance, mais se déplace vers le second lors du vieillissement des tissus. L'un des moyens les plus simples de démontrer ce déplacement est de mesurer la proportion d'azote protéique dans un tissu tel que la feuille, à divers stades de croissance. On constatera que la variation s'opère dans des proportions semblables à celles indiquées sur la figure 1 pour la bette poirée (*Beta vulgaris* var. *cicla*), d'après un ouvrage antérieur (Pearsall, 1931). Le pourcentage d'azote protéique est d'abord élevé, puis tombe rapidement, lors de la maturation de la feuille, et décline ensuite beaucoup plus lentement. Lorsque la feuille vieillit, cependant, un second déclin rapide se produit, finalement accompagné du jaunissement puis, peu après, de la mort. Ainsi, tout au cours de la vie, se manifeste un déplacement physiologique lent, qui s'opère à vitesse variable, mais tend toujours vers l'hydrolyse des protéines. En pratique, cependant, on peut considérer la période de maturité comme un état stationnaire, au cours duquel, avons-nous vu, les processus de synthèse et de dissociation s'accomplissent à vitesse presque égale. Pendant cet état stationnaire, la synthèse protéique dans la feuille dépend dans une grande mesure de la possibilité de recevoir de l'azote des racines ou d'autres organes végétaux. (Gouwentak, 1929).

A ces déplacements physiologiques au cours du développement des tissus, correspondent deux autres variations frappantes du métabolisme de

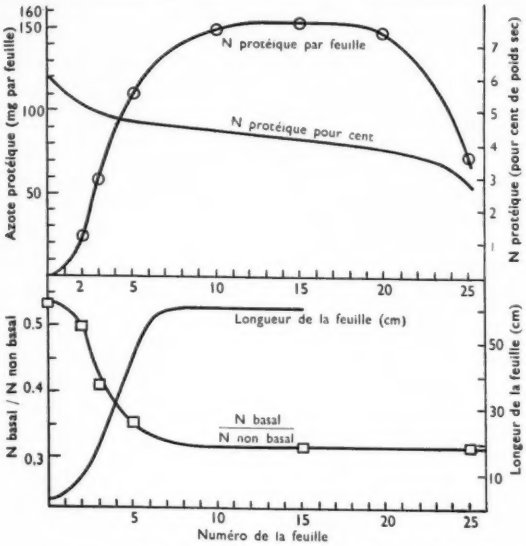

FIGURE 1 – *Azote protéique dans la bette poirée* (Beta Vulgaris *var.* cicla), *en mg par feuille et pour cent de poids sec. Au dessous, chiffres comparatifs selon la taille de la feuille et le rapport entre l'azote protéique basal et celui provenant du milieu extérieur.*

la feuille. Au cours des premiers stades de croissance, lorsque la division cellulaire est le plus rapide, la production de la matière nucléaire (acide nucléique) tient une place importante dans le métabolisme de l'azote. On n'a porté jusqu'ici que peu d'attention à cet aspect du métabolisme de la feuille, mais on peut le mettre en évidence en observant les variations de proportion entre l'azote basal et l'azote provenant des protéines après leur dissociation par hydrolyse acide. On provoque généralement cette dissociation par l'ébullition du contenu de la feuille dans de l'acide chlorhydrique 6N durant 24 heures, qui provoque l'hydrolyse totale des protéines. L'abaissement de la proportion d'azote basal pendant le ralentissement de la division nucléaire est mis en évidence sur la figure 1 pour la bette poirée, et l'on sait qu'une variation similaire est observable dans les composés solubles qui se rencontrent dans les très jeunes feuilles.

Il est évident que le taux de la synthèse protéique est très élevé durant et immédiatement après ce stade de division nucléaire (figure 1); mais on n'a étudié directement cette question que dans les bactéries, chez lesquelles Caspersson a montré par des méthodes spectrographiques, qu'il existait une corrélation entre le taux de formation des nucléotides et celui des protéines.

Par ailleurs, lorsque l'accroissement de la cellule devient très marqué, il s'ensuit une seconde variation dans le métabolisme de la feuille. Celui-ci, qui jusque-là avait surtout trait à des substances azotées — protéines et nucléotides — se transforme, et devient plutôt une forme de métabolisme se rattachant particulièrement aux hydrates de carbone — d'abord ceux des parois cellulaires et glucosides, puis ceux formés dans les tissus verts par photosynthèse. En fait, on peut observer au microscope un changement semblable au cours du développement d'une cellule isolée, lorsqu'elle passe du stade de division, dans le méristème — avec parois très minces, noyau volumineux et contenu donnant une coloration protéique dense — à celui d'élongation, au cours duquel les parois s'épaississent et se différencient et lors duquel on estime que la proportion nucléaire est moindre par rapport au cytoplasme. Des changements similaires s'opèrent pendant la croissance d'une algue (par exemple la *Chlorella*). La période de division cellulaire rapide, ou

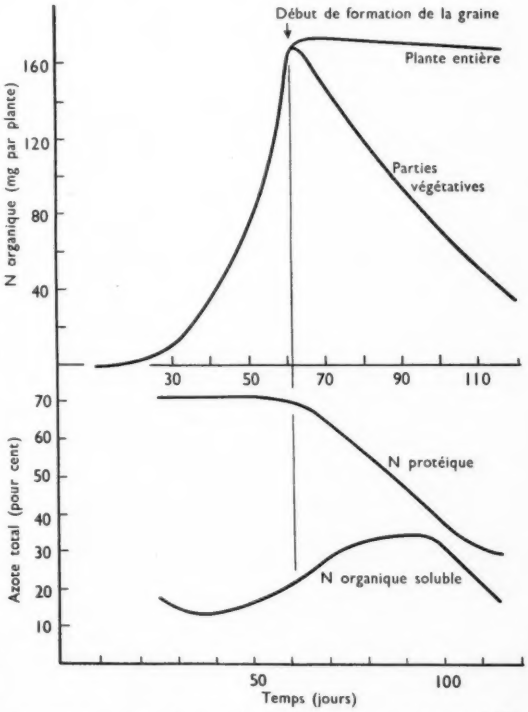

FIGURE 2 – *Azote organique dans le blé: (en haut) chiffres montrant les pertes d'azote des tissus végétatifs, en mg par plante, à diverses époques; (au dessous) pourcentages d'azote protéique et d'azote organique soluble dans les tissus végétatifs.*

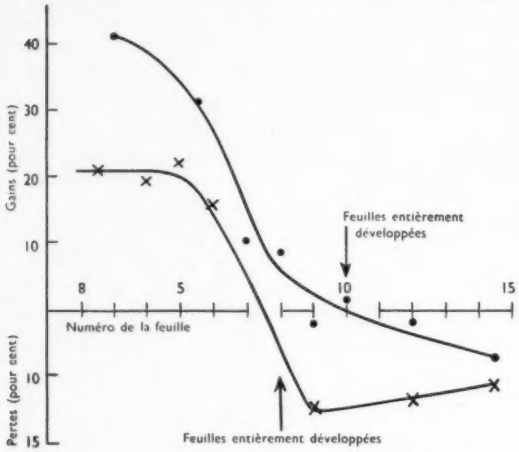

FIGURE 3 – *Pourcentages des gains et pertes d'azote protéique par rapport aux quantités présentes à l'origine dans des feuilles d'âge divers, placées pendant trois jours sur des solutions de sucres nitrées, et numérotées à partir du sommet de la plante. Capucine des jardins* (Tropaeolum majus) (•) *et haricot d'Espagne* (Vicia faba) (X).

croissance exponentielle, est une période de synthèse protéique et aussi, évidemment, de synthèse nucléaire. Lorsque la croissance ralentit, la taille de la cellule augmente, et l'accumulation d'hydrates de carbone devient primordiale. Plus tard encore, lors du vieillissement de la cellule, s'opère l'hydrolyse tant des hydrates de carbone de réserve que des protéines, de sorte qu'une grande partie des matières cellulaires s'échappe finalement dans le milieu ambiant. Nous pouvons donc dire qu'il y a, en général, baisse graduelle du pourcentage protéique au cours de la vie d'un tissu, baisse accompagnée non seulement du déplacement de l'équilibre synthèse ⇌ hydrolyse protéique vers le second terme, mais également d'un déclin de la concentration de protéines riches en azote et du remplacement de la synthèse protéique par l'accumulation d'hydrates de carbone.

Cependant, ces déplacements physiologiques lents, manifestés dans un organe isolé tel que la feuille, sont souvent troublés, dans la plante entière, par le développement de tissus actifs en d'autres points. Lorsque cela arrive, comme, par exemple, lors du développement de la graine de blé, l'hydrolyse protéique s'accentue dans les organes végétatifs et — comme le montre la figure 2 — la majorité de l'azote protéique est retirée des tissus végétatifs et transportée dans la graine. On a suggéré que l'intensité de croissance dans un point ou un autre déterminait l'équilibre des synthèses protéiques en diverses parties de la plante, de sorte que les tissus les plus actifs se conduisaient en réceptacles attirant l'azote soluble. Sans doute, là ne se trouve pas l'entière vérité. Ainsi, considérons la feuille primaire du haricot d'Espagne (*Phaseolus*) pendant la période

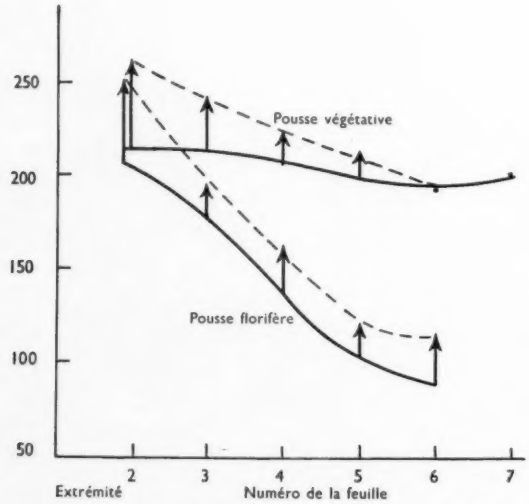

FIGURE 4 – *Azote protéique (en mg pour cent de poids frais) dans les feuilles de* Coleus sp. *pendant la croissance et la floraison (lignes continues) et accroissement du contenu d'azote protéique dans les feuilles isolées, en suspension sur des solutions de sucre nitrées (flèches).*

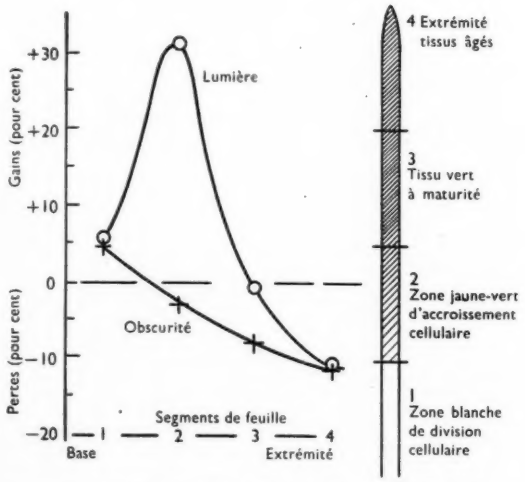

FIGURE 5 – *Pourcentages des gains et pertes d'azote protéique dans des segments de feuilles de narcisse en suspension sur des solutions de sucres nitrées:* (O) *dans l'obscurité* (+) *après exposition à la lumière pendant 72 heures. La méthode de segmentation des feuilles est indiquée à droite.*

stationnaire: au développement du point de croissance du pétiole voisin correspond dans la feuille un accroissement marqué de la quantité d'azote soluble, et une diminution d'azote protéique. Dans la feuille, par conséquent, l'équilibre synthèse ⇌ hydrolyse protéique est déplacé vers le second terme. La figure 2 illustre un changement similaire dans la feuille du blé, où la proportion d'azote soluble s'accroît au moment du développement de la graine.

Il semble également que le fait de la détacher de son support amène dans la feuille une perturbation du stade stationnaire, car alors se manifeste une forte tendance à l'hydrolyse protéique. Il est donc intéressant de déterminer les conditions qui peuvent provoquer la synthèse protéique dans les tissus ainsi isolés. Zaleski avait montré, il y a longtemps déjà, que la synthèse protéique se produisait, dans une certaine mesure, lorsque des feuilles isolées étaient placées sur des solutions contenant des nitrates et certains sucres appropriés. Les expériences de ce genre montrent clairement que la synthèse protéique nécessite la présence d'hydrates de carbone abondants. De ce que nous avons vu précédemment concernant la transformation du tissu de croissance en tissu sénescent, il ressort également que l'âge de la feuille isolée est un facteur essentiel pour déterminer jusqu'à quel point celle-ci peut opérer ou non la synthèse protéique. Par l'examen de feuilles de taille et d'âge variés en suspension sur des solutions sucrées (3% de glucose en présence de 0,2% de nitrate d'ammonium) on peut montrer que les feuilles isolées d'une plante telle que la capucine commune (*Tropaeolum majus*) sont incapables d'augmenter leur contenu protéique, dans les conditions de l'expérience, une fois atteinte leur taille maximum (figure 3). Lorsqu'elles restent attachées à la plante, il est probable que les feuilles peuvent continuer un peu plus longtemps à élaborer des protéines. La figure 1 indique que, pour la bette poirée, l'accroissement total en azote protéique semble continuer après cessation de la croissance de la feuille; selon notre hypothèse de la circulation de substances à travers les cloisons cellulaires, il semble que la synthèse protéique doive se poursuivre et équilibrer la dissociation pendant un laps de temps beaucoup plus long que ne le suggèrent les expériences sur des feuilles isolées.

Ainsi, même dans les feuilles isolées, la synthèse protéique n'est pas toujours impossible chez les spécimens âgés. Lorsqu'une plante commence à fleurir, il arrive souvent, — et peut-être invariablement — que le contenu d'azote protéique de la feuille tombe à un niveau très bas. C'est ainsi qu'ayant prélevé sur des rameaux florifères de *Coleus* des feuilles dont le contenu protéique était très faible, on s'aperçut qu'en les plaçant sur une solution sucrée azotée elles étaient capables d'opérer la synthèse de protéines, même lorsque, sur la plante, les feuilles d'âge correspondant en avaient perdu la faculté. Dans l'exemple ci-dessus, le contenu protéique des rameaux florifères était inférieur de moitié à celui des rameaux normaux (figure 4) et l'épuisement du contenu protéique avait été tel, semble-t-il, que les feuilles avaient recouvré la faculté de reconstituer les substances raréfiées.

Cependant, on ne peut pas toujours considérer la feuille comme organe d'un âge déterminé. Ainsi, une feuille type de monocotylédoné, comme celle du narcisse est formée de tissus d'âge et de potentiel très divers. L'extrémité en est la partie la plus âgée, tandis qu'à la base demeure pendant longtemps un méristème blanc qui ne cesse de croître et de produire du tissu foliaire. Cette région de croissance permanente forme, dans une certaine mesure, une barrière entre les tissus sénescents et les autres, et les migrations de substances de la feuille vers le reste de la plante ne sont possibles que lorsque la feuille entière a vieilli. Le contenu protéique des feuilles de monocotylédonés continue donc à s'accroître pendant une période beaucoup plus longue qu'il n'est courant chez les dicotylédonés types. Par suite, la répartition de la synthèse protéique dans une feuille de monocotylédoné est compliquée par la distribution de la croissance sur l'ensemble de la plante. Cependant, les feuilles comme celles du narcisse sont des sujets d'expérience très appropriés, du fait que l'on peut les diviser en segments d'âge variable: partant du méristème blanc de base (1) on passe, par stades successifs, aux tissus d'allongement jaune-verts (2), puis aux tissus mûrs, dont la croissance est achevée (3) et enfin, à l'extrémité, qui a vieilli et peut même montrer des signes de sénilité (4).

Les déplacements d'ensemble du contenu azoté des diverses régions sont indiqués sur le tableau I, qui montre également les variations du contenu azoté des feuilles entières au fur et à mesure de la floraison. L'influence de cette floraison sur la disparition des protéines est très nette, surtout, bien entendu, dans les segments apicaux.

L'examen de segments en suspension sur des solutions de sucres azotées, et dont quelques-uns sont gardés dans l'obscurité et les autres exposés à la

TABLEAU I

Contenu d'azote protéique de segments de feuilles de narcisse (Narcissus pseudo-narcissus) *en mgr par* 10 *gr de feuille fraîche.*

Stade de développement	*Contenu d'azote:*				
	des segments				*de la feuille entière*
	1 (*base*)	2	3	4 (*extrémité*)	
(*a*) Jeune (aux ¾ de la croissance)	28	37	57	76	51
(*b*) A maturité (sans fleurs)	27	36	58	74	50
(*c*) A maturité (en boutons)	28	37	55	67	50
(*d*) Agée (en fleurs) ..	24	33	50	52[1]	40

[1] Extrémité montrant un début de jaunissement.

lumière, permet de se rendre compte qu'il existe des différences frappantes entre les intensités de la synthèse protéique dans les diverses parties de la feuille. La figure 5 résume un ensemble typique de résultats obtenus au cours d'expériences de ce genre. Ce résumé montre que la lumière n'a aucun effet apparent sur la synthèse protéique dans les portions blanches en croissance de la feuille, mais, par contre une influence très marquée dans les tissus d'allongement où elle accélère la synthèse, au point d'amener des gains très nets de protéines. Ces tissus conservent dans une légère mesure leur faculté de croissance (comme les tissus de base) mais ils contiennent surtout un mécanisme photo-absorbant — la chlorophylle verte — et c'est évidemment l'énergie ainsi absorbée qui provoque l'accélération de la synthèse protéique. Dans les conditions de l'expérience, cependant, les effets lumineux sont insuffisants pour provoquer nettement la synthèse protéique dans les segments ayant atteint leur maturité, quoique la lumière y arrêtât l'hydrolyse. Dans les extrémités vétustes la lumière ne peut pas mettre fin à l'hydrolyse, même dans les segments isolés.

Au cours d'expériences comme les précédentes il est facile d'établir le bilan des substances présentes dans les tissus et dans les solutions extérieures. On peut ainsi montrer que dans les tissus verts, par contraste avec les tissus clairs de base, la lumière accélère à la fois l'absorption de l'azote du milieu extérieur et sa vitesse d'utilisation par les tissus. On a pu estimer provisoirement les vitesses de formation des composés azotés organiques à la lumière et dans l'ombre (Pearsall et Billimoria, 1939).

Les expériences faites sur des algues unicellulaires *Chlorella* vivant sur un milieu sucré azoté ont donné des résultats semblables. On a pu constater qu'à la température de 23°C, la lumière influe sur la division cellulaire, ou synthèse protéique (l'une et l'autre étant équivalentes) à un point tel que le poids initial des protéines contenues dans la cellule est doublé en 14 heures au lieu de 24. Au cours de la phase « non-limitée » ou exponentielle de la croissance, phase durant laquelle la synthèse est le plus rapide, une intensité lumineuse relativement faible suffit pour obtenir ce résultat et, à ce stade, l'accroissement de l'intensité lumineuse n'a que peu d'effet.

L'analyse des deux exemples précédents (*Chlorella et Narcissus*) suggère que la lumière accroît la perméabilité protoplasmique, accélérant les processus métaboliques et facilitant l'absorption des substances contenues dans les solutions extérieures; l'énergie lumineuse a cependant un effet direct, puisqu'elle est utilisée immédiatement dans la synthèse protéique et également pour la production de sucres, qui eux-mêmes fournissent les chaînes carbonées nécessaires à la formation des amino-acides. Cet effet direct de la lumière semble se manifester en deux phases: une phase de réduction des nitrates à l'état d'ammoniaque (ou son équivalent *in vivo*) et une phase de combinaison de la substance ainsi obtenue avec une chaîne carbonée, pour la formation d'un amino-acide ou d'un corps équivalent.

Au cours de ses études sur le blé, Burström a obtenu une preuve très intéressante de cet effet direct de la lumière sur le métabolisme azoté. Il utilisait pour ses expériences des feuilles de blé provenant de plantes qu'il avait cultivées de façon à ce qu'elles contiennent une réserve d'azote suffisante. Les feuilles-échantillons détachées de leur support étaient alors exposées à la lumière dans un courant d'air contenant du gaz carbonique en concentration normale. Dans chaque expérience, Burström fit les trois mesures suivantes: (*a*) quantité de sucre formé dans les feuilles, (*b*) quantité d'azote disparu et (*c*) quantité de gaz carbonique absorbé. Et il affirme — après Nurmia — que durant l'assimilation du gaz carbonique et pendant des périodes atteignant 24 heures, aucun hydrate de carbone autre que des sucres solubles ne se forme dans les feuilles de blé. Ayant remarqué que la quantité de gaz carbonique assimilé au cours des expériences

TABLEAU II

Influence de la lumière sur l'assimilation du gaz carbonique et de l'azote en atmosphère normale pendant 24 heures. Gaz carbonique et substances assimilables exprimées sous forme d'hexoses. Chiffres donnés en millimoles par gramme de limbe frais. (D'après Burström.)

Intensité lumineuse (lux)	*Accroissement dans la plante de:*			
	CO_2 assimilé (a)	*sucres (b)*	*autres produits assimilés (a–b)*	*azote assimilé*
0 ..	−0,042	−0,038	−0,004	−0,001
2.900 ..	0,004	−0,010	0,014	0,007
8.800 ..	0,057	0,012	0,045	0,019
18.000 ..	0,174	0,098	0,076	0,031
30.000 ..	0,303	0,098	0,127	0,040

excédait de beaucoup celle des sucres qui apparaissaient dans les tissus, il fut amené a conclure que l'excès inexpliqué de substance absorbée devait correspondre à la quantité de composés nitrés formés dans la combinaison des produits de l'assimilation de l'azote et de celle du gaz carbonique. Le tableau II fournit un ensemble de résultats typiques, et montre l'augmentation des autres substances assimilées, proportionnellement à l'accroissement de l'assimilation azotée et de l'intensité lumineuse.

Un autre détail intéressant souligné par Burström est qu'il semble y avoir une relation quantitative bien déterminée entre la proportion d'azote assimilé et celle de gaz carbonique correspondant. Les courbes qui représentent l'assimilation d'azote et la formation des autres produits d'assimilation se suivent de près et montrent qu'à chaque molécule d'azote réduite se combinent environ 14 molécules de gaz carbonique pour former des substances non-sucrées. On ne connaît naturellement pas de protéine dont la relation C : N se rapproche en quelque façon de 14. La seule substance végétale dont la relation C : N est voisine de ce nombre est la chlorophylle (C : N = 13,6). En règle générale, le rapport C : N des protéines est voisin de 3,9. En admettant donc que l'interprétation de Burström soit correcte, il doit se former, en plus des protéines, d'autres substances carbonées. S'il était question de tissus dont la croissance n'était pas arrêtée, il pourrait bien s'agir des cloisons cellulaires, c'est à dire, de cellulose, qui n'apparaîtrait pas dans les mesures de gaz carbonique. Il y a également une autre possibilité, c'est que les plantes puissent former des acides organiques durant l'assimilation de l'azote. Au cours des expériences, précédemment citées, effectuées sur le *Narcissus*, on a constaté que, par rapport à l'obscurité, la lumière ne provoquait que peu ou pas de changement de la concentration interne de sucre. On pouvait évidemment s'attendre à cela, puisque les segments de feuilles étaient en suspension sur une solution sucrée et que, par conséquent, les segments illuminés, tout comme ceux maintenus dans l'obscurité, absorbaient une grande quantité de sucre. Par contre, on avait pu remarquer des variations nettes du contenu acide, bien que l'on n'ait mesuré celui-ci que comme acidité de titrage. Cette acidité était bien supérieure lorsque les segments étaient exposés à la lumière, condition dans laquelle ils convertissaient également une proportion d'azote bien plus grande. Enfin, on avait noté également que l'accroissement de la production d'acide était plus ou moins proportionné à l'augmentation de l'assimilation d'azote.

Vickery et Pucher et leurs associés ont, depuis lors, obtenu de nouvelles preuves d'une relation entre l'assimilation de l'azote et la production d'acide, en expérimentant sur une autre espèce de narcisse (*N. poeticus*), sur du tabac, et sur des plants de bryophille. Etudiant quels effets pouvait avoir sur ces plantes un apport de nitrates plutôt que de sels d'ammonium comme source d'azote, ils s'aperçurent que ce traitement avait pour effet métabolique très marqué l'apparition dans les tissus d'acides organiques en quantité beaucoup plus grande. Les accroissements les plus marqués étaient ceux de l'acide malique et de certains isomères de l'acide citrique, puis d'autres acides encore non identifiés.

BIBLIOGRAPHIE

ALSOPP, A. *Nature*, **161**, 833, 1948.

BURSTRÖM, H. *Ann. Agric. Coll. Suède*, **11**, 1, 1943.

DENT, C. E., STEPKA, W., et STEWARD, F. C. *Nature*, **160**, 682, 1947.

GREGORY, F. G., et SEN, P. K. *Ann. Bot.*, (N.S.) **1**, 521, 1937.

MCCALLA, A. G. *Canadian J. Res.*, **9**, 542, 1933.

PEARSALL, W. H. *J. Exper. Biol.*, **8**, 279, 1931.

PEARSALL, W. H., et BILLIMORIA, M. C. *Ann. Bot.*, (N.S.) **3**, 601, 1939.

PEARSALL, W. H., et LOOSE, L. *Proc. Roy. Soc.*, B, **121**, 451, 1937.

PUCHER, G. W., VICKERY, H. B., *et al. Plant Physiol.*, **22**, 205, 1947.

RICHARDS, F. J. *Ann. Bot.*, (N.S.) **2**, 491, 1938.

STEWARD, F. C., et STREET, H. E. *Ann. Rev. Biochem.*, **16**, 471, 1947.

VICKERY, H. B., et PUCHER, G. W. *Ann. Rev. Biochem.*, **9**, 529, 1940.

Le Lister Institute of Preventive Medicine

HARRIETTE CHICK

Au début de 1889, Sir James Whitehead, Lord-Maire de Londres, se rendit à Paris pour consulter Pasteur sur les mesures à prendre pour enrayer les progrès de la rage. Il rentra à Londres, résolu à y fonder un centre pour le traitement de ce fléau; il persévéra malgré toutes les oppositions, et en 1891 le British Institute of Preventive Medicine était fondé. Le Docteur Chick relate l'histoire de cet institut (maintenant le Lister Institute) et en décrit les activités diverses.

Bien que le Lister Institute avec son organisation actuelle ait déjà pris une part active pendant une bonne quarantaine d'années aux recherches en médecine et les sciences connexes, en fait ses activités ont commencé il y a plus de cinquante ans. Il fut fondé en 1891 sous le nom de British Institute of Preventive Medicine, grâce à la persévérance d'un comité créé pour discuter des mesures à prendre d'urgence pour enrayer les progrès de l'hydrophobie en Grande-Bretagne. Le traitement efficace de cette maladie à l'Institut Pasteur de Paris, où plus de 200 sujets britanniques avaient été soignés gratuitement, donna lieu à un appel au public afin de rembourser cette dette: 2.000 livres sterling furent envoyées à Pasteur comme contribution à l'Institut qu'il venait de fonder. En même temps, le comité, constatant qu'il était grave que la Grande-Bretagne n'eût point d'institut semblable à ceux de France et du continent, lança un nouvel appel au public en vue de combler cette lacune.

Plusieurs corporations de la Cité de Londres et d'autres sources fournirent les fonds, et le British Institute of Preventive Medicine ayant fusionné avec le College of State Medicine qui existait alors, fut pourvu d'un capital de £50.000 environ, et de locaux à Great Russell Street, Londres. C'est là que le nouvel institut a commencé ses travaux, mais au début de ce siècle il avait changé de nom, et son administration et ses lieux de travail s'étaient modifiés. Le Lister Institute of Preventive Medicine fut construit le long de la Tamise à Chelsea, sur un terrain bien situé et acquis à bon compte. Lord Lister fut le premier président du comité directeur et occupa ce poste jusqu'en 1904; à cette date il démissionna pour raisons de santé et devint président de l'institut. Sir Henry Roscoe lui succéda à la direction, et fut suivi de Sir John Bradford, de Sir David Bruce, du professeur William Bulloch, et en 1942 de Sir Henry Dale.

Tandis que le personnel et d'autres chercheurs de Chelsea se consacraient surtout à la recherche médicale fondamentale, une partie du travail de l'institut avaient trait à la ferme-laboratoire pour l'étude et la production de l'antitoxine de la diphtérie et d'autres sérums thérapeutiques. Les établissements faisant défaut au début, les chevaux destinés à cet usage furent logés à la Brown Institution à Londres, grâce à l'amabilité du Docteur Sherrington, qui en était le professeur surintendant. C'est là, en août 1894, que la première antitoxine de la diphtérie produite dans le pays fut préparée par le Dr M. A. Ruffer, alors directeur de l'institut et par Sherrington. La même année cette section de l'institut fut transférée dans des locaux à Sudbury (dans la banlieue de Londres), puis en 1903 dans un établissement plus approprié en pleine campagne, à Elstree.

ORGANISATION ET ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES DE L'INSTITUT

En 1903, après la nomination du Docteur C. J. Martin, comme directeur permanent, les activités de l'institut se ramifièrent en plusieurs sens.

Le nombre et la nature des départements de l'institut n'ont jamais été fixés de façon rigide et immuable. Au contraire, dans le cadre permanent constitué par les départements de Bactériologie, de Pathologie expérimentale et de Biochimie, d'autres subdivisions ont surgi de temps à autre; elles ont pris de l'ampleur et puis ont disparu. C'est pour procéder à des recherches spéciales, nées des circonstances, ou pour permettre l'épanouissement des talents particuliers de certains membres du personnel qu'on les a créées généralement. Tel a été le cas pour les départements de Protozoologie, d'Entomologie et de Statistique. L'étude des facteurs auxiliaires de l'alimentation, entreprise en 1911 et intensifiée en 1914–18 pour répondre aux besoins de la guerre, a abouti finalement à la fondation d'une

FIGURE 1 – *Le laboratoire du Lister Institute à Chelsea, Londres.*

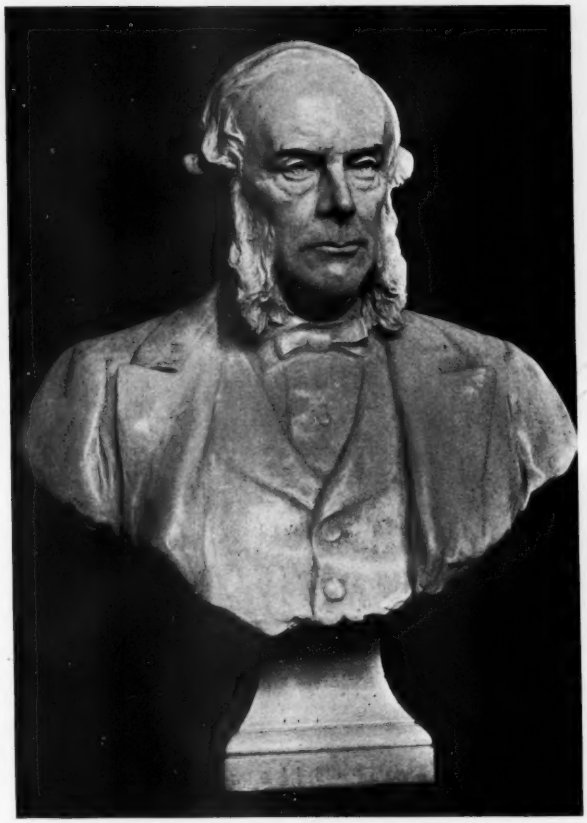

FIGURE 2 – *Lord Lister. Moulage original au plâtre d'un buste fait par Sir Thomas Brock (National Portrait Gallery).*

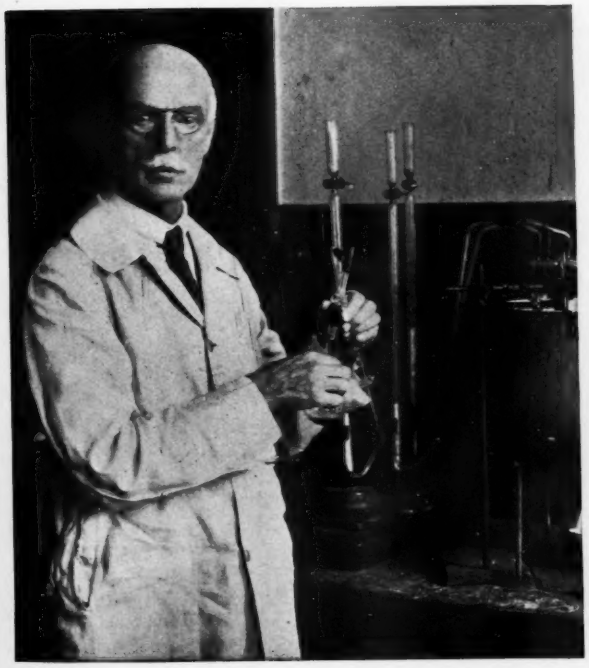

FIGURE 3 – *Sir Arthur Harden dans son laboratoire à Chelsea,* 1929.

FIGURE 4 – *Le lieutenant-colonel C. J. Martin dans son laboratoire au Caire,* 1916.

FIGURE 5 – *Le laboratoire du Lister Institute à Elstree, Hertfordshire. A gauche, les bâtiments pour la préparation des lymphes d'ensemencement et des vaccins bactériens; au centre, ceux pour la préparation des antisérums. A droite, on voit les étables et la ferme.*

FIGURE 6 – *Prise aseptique de sang de la jugulaire externe d'un cheval immunisé. La préparation d'antitoxines forme une part importante du travail de l'institut.*

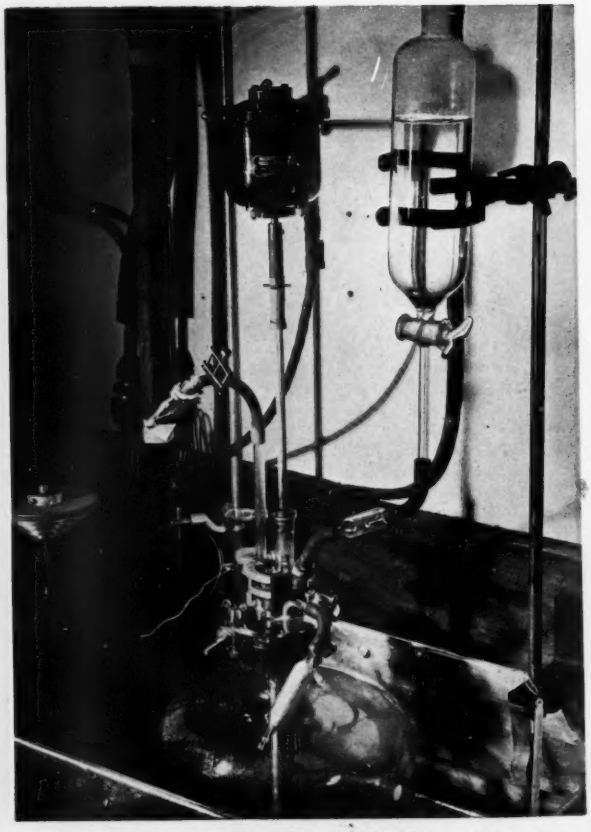

FIGURE 7 – *Appareil pour la précipitation aseptique par l'éther de la globuline gamma du sérum humain.*

Division de la Nutrition. La collection nationale de cultures types fut créée en 1920 par le Medical Research Council. Elle n'était à l'origine qu'un modeste assortiment de cultures d'essai authentiques des maladies contagieuses utilisées pour l'enseignement, la recherche et la préparation de sérums diagnostiques, qui étaient distribuées aux services pathologiques de l'armée britannique pendant la guerre 1914–18. D'autre part, la section la plus récente, celle de Biophysique, doit son origine à une ultracentrifugeuse, don de la Fondation Rockefeller en 1935.

Par tradition, le personnel scientifique a toujours été restreint, et, même en tenant compte des chercheurs boursiers des diverses institutions et écoles qui travaillent à l'institut, il n'a jamais dépassé la trentaine. Par contre, l'hospitalité et les ressources de l'institut ont toujours été à la disposition d'hôtes qualifiés désireux de poursuivre des recherches dans les domaines auxquels l'institut s'intéresse. Quelquefois le nombre de ces chercheurs associés — les britanniques et les étrangers — a même atteint celui du personnel normal.

QUELQUES RECHERCHES REMARQUABLES EFFECTUÉES AU LISTER INSTITUTE

PROPAGATION DE LA PESTE

L'institut a joué un rôle actif dans les recherches minutieuses sur la propagation de la peste, organisées en 1905–8 par le Comité pour la Recherche sur la Peste aux Indes. En 1905, son directeur, le Docteur Martin, se rendit aux Indes avec deux membres du personnel; en collaboration avec des membres du service médical des Indes, une série d'expériences fut préparée et effectuée au laboratoire Parel de Bombay, en vue de déterminer par quel mécanisme la peste bubonique se répand parmi les rats et se transmet à l'homme. Ces recherches, qui durèrent trois ans, permirent d'établir que le porteur du bacille de la peste est la puce des rats, *Xenopsylla cheopis*, qui infecte généralement le rat sauvage (*Mus rattus*) dans les zones tropicales et subtropicales.

LE MAL DES CAISSONS ET LES DANGERS DES PLONGÉES SOUS-MARINES

L'étude de cette question fut rendue possible grâce à un don, fait en 1906 par le Docteur Ludwig Mond, d'une grande chambre à pression en acier, munie d'une pompe à compression à double effet, permettant la circulation d'air à des pressions différentes. La chambre était assez vaste pour que deux personnes puissent s'y mettre commodément. On s'en servit pour faire des expériences sur des hommes et des animaux avec de l'air comprimé et raréfié afin d'étudier l'adaptation physiologique lorsque la pression atmosphérique augmente ou qu'elle diminue, comme c'est le cas lors des plongées sous-marines et des travaux de caisson.

FERMENTATION ALCOOLIQUE

Les recherches de Sir Arthur Harden et de son école sur la fermentation alcoolique du sucre par la levure se classent parmi les plus illustres que l'institut ait produites, et elles ont acquis une importance imprévue pour la science en général. La première étape importante de ce travail fut marquée par la découverte que le jus de levure ne peut transformer le sucre en alcool qu'en présence d'une autre substance qui agit comme coenzyme ou coferment. On peut séparer cette substance de la zymase de la levure en la filtrant à travers un filtre en gélatine. Aucune des deux, prise seule, n'est capable à faire fermenter le sucre, mais dès qu'elles sont mélangées la fermentation s'effectue à la vitesse normale. Plus tard, le professeur von Euler de Stockholm, qui devait partager avec Sir Arthur le prix Nobel de Chimie pour 1929, réussit à établir la constitution chimique du coferment, ou de la coenzyme comme on l'appelle communément. La seconde découverte fondamentale est que les molécules de sucre doivent d'abord se combiner avec l'acide phosphorique pour qu'une dissociation quelconque puisse se produire, et ce n'est qu'après cette combinaison préalable que les molécules de sucre seront désintégrées par les enzymes de la zymase de levure.

Ces découvertes de Harden et de ses collègues, en indiquant l'importance de la combinaison avec l'acide phosphorique, ont permis d'éclaircir plus d'un processus biologique basé sur l'action des enzymes. Ainsi, le mécanisme de la production d'acide lactique dans le métabolisme des hydrates de carbone par les enzymes musculaires ressemble étonnamment à celui de la fermentation alcoolique du sucre par les enzymes de la levure.

Des recherches ultérieures sur les esters phosphoriques des hydrates de carbone, effectuées par le professeur R. Robison ont abouti à la découverte de l'hexosemonophosphate qui porte communément son nom. On a trouvé que les esters phosphoriques interviennent dans la déposition de phosphate de calcium pendant l'ossification des cartilages lors de la croissance des animaux,

et qu'ils jouent donc un rôle important dans la formation des os.

DES AUTRES RECHERCHES BIOCHIMIQUES

Depuis 1940, et après la mort du professeur Robison, l'activité du département de Biochimie s'est concentrée particulièrement sur l'isolement et la caractérisation des substances qui provoquent la spécificité de groupe des corpuscules rouges du sang humain. La connaissance des propriétés physiques, chimiques et immunologiques de ces substances est indispensable afin d'établir parfaitement les bases scientifiques de la technique moderne de la transfusion sanguine. Le Docteur Morgan et ses collègues sont parvenus à isoler ces facteurs spécifiques et en ont étudié les propriétés immuno-chimiques les plus importantes. On sait maintenant que les substances spécifiques A, B et O sont des mucoïdes, c'est-à-dire des complexes de polysaccharides et d'acides aminés ayant des structures très labiles. Ces facteurs d'hérédité très apparentés l'un à l'autre sont très semblables du point de vue chimique, bien que chacun d'entre eux ait ses caractères immunologiques spécifiques propres.

Depuis 1942, le département poursuit également l'étude du rôle des toxines du *Clostridium welchii* dans la gangrène gazeuse, et celle de la nature chimique de substances bactériostatiques telles que la gramicidine, la gramicidine S et la tyrocidine.

TRAVAUX BACTÉRIOLOGIQUES

Au cours des premières décades de ce siècle le département de Bactériologie a eu le plus d'importance et sans doute aussi le plus d'activité de tout l'institut. Au premier rang des chercheurs se place Sir John Ledingham, bactériologiste en chef en 1909 et directeur de l'institut de 1931 à 1943. Sa recherche sur le typhus récurrent, concernant les minuscules « rickettsia », ces formes qui en sont la cause, et sur la technique élaborée au cours de cette étude, furent le point de départ de travaux plus importants sur les virus de la variole vaccinique et de la varicelle. Il n'y a plus de doute aujourd'hui que les dits « corps élémentaires » visibles au microscope puissant constituent au moins un stade de la vie de ces virus. La preuve en fut donnée au cours de travaux ultérieurs qui démontrèrent l'action antigénique spécifique des préparations de ces corps élémentaires, lorsqu'on les injecte aux chevaux. D'autres virus étudiés sont ceux de la variole vaccinique et de la fièvre aphteuse.

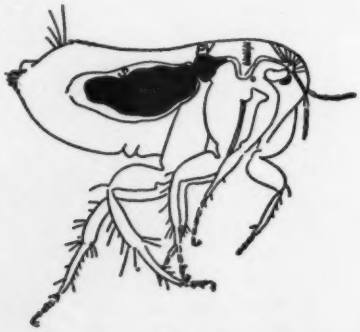

FIGURE 8 – *Le Lister Institute a joué un role important au début de ce siècle dans l'élucidation du mécanisme de la transmission de la peste. Ce dessin d'une puce de rat pestiférée ayant le proventricule (PV) et l'estomac (S) obstrués par une culture de bacilles de la peste est tiré d'un article de Bacot et Martin, J. Hyg.*, 13, 423, 1914.

VARIATION BACTÉRIENNE

La variation bactérienne a retenu depuis bien des années l'attention de certains membres du département de Bactériologie, en particulier celle de Sir Joseph Arkwright, de Sir John Ledingham et du Docteur Penfold. Ces études prirent un nouvel essor et donnèrent de précieux résultats du fait de la découverte que les changements dans la forme des colonies de bien des bactéries pathogènes vont de pair avec des modifications de leur virulence et leur pouvoir immunigène.

RÔLE DES VITAMINES DANS L'ALIMENTATION ET ÉTIOLOGIE DES MALADIES DUES À LA CARENCE ALIMENTAIRE

Depuis 1911 déjà, le Docteur Casimir Funk, du département de Biochimie, s'efforçait de séparer de la levure la « vitamine » comme il a baptisé cette substance qui arrête le béri-béri de l'homme et la polynévrite des oiseaux, car on savait déjà que ces maladies sont apparentées. En même temps, le département de Pathologie expérimentale étudiait l'alimentation courante, afin d'y déterminer la distribution de cette vitamine et de voir à quel point la quantité qui en est requise varie avec la quantité d'hydrates de carbone qu'on absorbe.

Le béri-béri et le scorbut dont souffraient les troupes britanniques à l'étranger pendant la première guerre mondiale, rendirent plus pressante l'étude de ces maladies de la nutrition. Des recherches furent entreprises sur les propriétés et la distribution dans les aliments de la vitamine contre-béri-béri connue aujourd'hui sous le nom

de vitamine B_1 (anéurine ou thiamine) et de la vitamine antiscorbutique C (acide ascorbique).

La fréquence des cas de rachitisme parmi les enfants de l'Europe centrale après les privations de 1914–18 dirigea l'attention sur cette maladie et sur son étiologie, qui était encore un problème non résolu. En outre, des rapports de Vienne en 1919, indiquaient que la population pauvre et âgée souffrait d'une sorte d'ostéomalacie que l'on croyait apparentée au rachitisme des enfants. En automne 1919 un petit groupe de chercheurs, qui avait l'appui du Lister Institute et du Medical Research Council, se rendit à Vienne où il passa trois ans à travailler. Grâce à la collaboration amicale du professeur Clemens von Pirquet et de son personnel au Kinderklinik de l'université, des recherches approfondies furent effectuées sur l'étiologie du rachitisme. Il résulta de ces essais qu'on peut empêcher l'éclosion de la maladie et en guérir à coup sûr les enfants en bas-âge en leur administrant la vitamine D préformée dans l'huile de foie de morue ou d'autres aliments, ou bien en les exposant à la lumière ultra-violette du soleil ou d'une source artificielle, et qu'il n'y a pas moyen de différencier l'effet physiologique de ces divers agents; il fut prouvé en outre que l'ostéomalacie due à la faim chez les adultes et le rachitisme tardif des adolescents réagissent de la même manière.

RECHERCHES SUR LE PLASMA SANGUIN DE L'HOMME

A l'aide de certaines méthodes reposant sur l'emploi de l'éther, on peut isoler les fractions actives du plasma sanguin, la « globuline gamma » la thrombine et le fibrinogène. En mélangeant les deux dernières, il se forme un caillot solide dont on se sert en chirurgie pour entourer et fixer un nerf suturé. En traitant le fibrinogène d'une façon spéciale on peut en faire une sorte d'éponge-mousse particulièrement utile dans la chirurgie du cerveau; on mouille l'éponge avec de la thrombine, on la place à l'endroit de l'hémorragie et le sang se coagule à l'intérieur. On n'a pas besoin d'enlever l'éponge, car c'est une substance naturelle que l'organisme absorbera progressivement. La « globuline gamma », cette fraction active qui contient les anticorps naturels de certaines maladies, a été employée avec succès pour empêcher l'éclosion de la rougeole, ou pour en atténuer les effets. Le personnel de la section de Biophysique, qui s'occupe de la préparation de ces produits, a monté toute une série d'installations permettant de les sécher à l'état frigorifié, et de les obtenir secs. D'autre part, la construction de chambres frigorifiques spéciales où des méthodes de préparation du plasma sanguin destiné aux transfusions ont été mises au point, a permis d'obtenir les fractions actives à l'état pur et de procéder à des recherches fondamentales sur le mécanisme de la coagulation du sang.

SERVICE NATIONAL PENDANT LES DEUX GUERRES MONDIALES

En 1914–18, la plus grande partie du personnel scientifique et subalterne était à l'étranger dans les services de pathologie et d'hygiène du service de santé de l'armée. Ceux de l'institut qui étaient restés, des femmes surtout, avaient pour mission de tenir à jour le travail courant et les recherches de l'institut; la tendance de ces activités était nettement dictée par les circonstances et répondait aux besoins nationaux du moment. Pendant la deuxième guerre, les îles britanniques étaient elles-mêmes en première ligne, et le personnel de l'institut a pu rendre de plus grands services dans le pays même. Vu la situation exposée des bâtiments de Chelsea qui furent endommagés plus d'une fois lors des raids aériens, plusieurs départements furent évacués en des endroits plus paisibles dont l'hospitalité fut la bienvenue. Dans des logements souvent sommaires, le travail se poursuivait: la recherche fondamentale était ajournée provisoirement au profit d'applications directes plus conformes aux besoins immédiats de la nation en guerre. Nous mentionnerons à cet égard les recherches sur la valeur nutritive de farines provenant de diverses portions du grain de blé, qui furent faites pour guider les autorités dans le choix de la farine panifiable la plus économique et la plus nutritive en temps de guerre, et aussi les études sur la stabilité des vitamines dans les denrées entreposées. D'autre part, la préparation de vaccins préventifs et curatifs contre la fièvre typhoïde, et de sérums curatifs contre la gangrène gazeuse fut accompagnée de progrès considérables.

Sous la conduite du directeur actuel, le Docteur A. N. Drury, nommé en 1943, l'institut a subi d'importantes réformes de structure rendues nécessaires par les conditions nouvelles au lendemain de la guerre. Ses activités seront différentes, nul doute, de celles du passé, ainsi qu'il convient à un établissement de recherche où le changement et l'évolution sont les signes de la santé et du progrès.

Destruction fongique des bois d'œuvre

W. P. K. FINDLAY

Il y a environ un siècle que l'on a découvert le rôle nocif des champignons dans la conservation du bois d'œuvre et on a depuis fait de nombreuses recherches pour découvrir une méthode protectrice. Reconnaître, en l'absence de leurs fructifications les champignons faisant pourrir le bois, était un problème de premier plan: il a été parfaitement résolu par la constitution de vastes collections de culture.

IMPORTANCE HISTORIQUE

Quand les bateaux de guerre étaient entièrement construits en bois, préserver leurs coques de la pourriture était de la plus grande importance. On trouve depuis 1660 jusqu'au milieu du XIXème siècle, début des constructions métalliques, de nombreux rapports relatifs aux pertes et avaries dues à la pourriture.

Le problème a atteint son importance maximum pendant les guerres napoléoniennes, alors qu'un grand nombre de vaisseaux ont été construits avec un bois impropre; de grands vaisseaux de guerre contenant 3.000 charges de bois devenaient inutilisables en deux ou trois ans. On a dit qu'à la fin de la guerre, la moitié des bateaux de la flotte britannique étaient pourris; certains avaient même pourri avant d'être lancés. Quoique le rôle des champignons dans la destruction du bois n'ait absolument pas été clairement compris, James Sowerby, le botaniste éminent, dans un rapport aux membres de la Commission de la Marine en 1812 décrivait et nommait les champignons, associant donc clairement la pourriture du bois à la présence des champignons. Il connaissait très bien l'importance d'une bonne aération pour éviter l'accumulation des moisissures (voir figure 9).

Le terme pourriture sèche a été utilisé pour la première fois vers 1775 pour décrire les déprédations dues aux champignons qui peuvent éventuellement transformer le bois en une masse d'aspect desséché qu'on peut réduire en poussière en la touchant. Son utilisation devrait, toutefois, être réservée à la destruction du bois dans les édifices, qui est produite par certains champignons spéciaux. La pourriture sèche du bois dans les bâtiments a provoqué des inconvénients sérieux seulement à partir de la fin du XVIIIème siècle, quand des bois tendres ont commencé à remplacer le chêne, beaucoup plus durable, dans les constructions, et on trouve, vers cette époque, de nombreuses allusions à la pourriture sèche du bois dans des édifices fameux.

Un pas important, au point de vue pratique, dans l'art de préserver le bois de la destruction a été fait par Bethell, qui a breveté en 1838 un procédé d'imprégnation du bois par un antiseptique sous pression — procédé développé et amélioré par la suite par Boulton dont le brevet date de 1879. Quoique l'application pratique de cette méthode de préservation du bois par imprégnation de créosote sous pression se soit développée en Angleterre sur une grande échelle, les savants ont porté peu d'attention à la pourriture du bois jusqu'à ce que Marshall Ward ait commencé ses études à Coopers Hill en 1890–1900.

C'est Robert Hartig, en Allemagne, qui a établi le premier que les champignons étaient à l'origine de la pourriture du bois et son travail a été suivi par d'autres en Allemagne, pays où les industries forestières ont été depuis longtemps l'objet d'une grande attention.

Les premières recherches aux Etats-Unis ont été entreprises au commencement de ce siècle par von Schrenk et depuis cette époque les travaux du Laboratoire des Produits Forestiers à Madison (Wisconsin) et des autres instituts de recherches ont contribué, pour une large part, à développer nos connaissances relatives à la pourriture du bois par les champignons.

Dans le passé, la Grande-Bretagne n'a jamais produit une quantité appréciable de bois d'œuvre et peu de recherches ont été entreprises jusqu'à la fin de la première guerre mondiale sur les maladies des espèces forestières et des bois de charpente. La fondation du Laboratoire de Recherches des Produits Forestiers en 1927 à Princes Risborough ayant pour but la meilleure utilisation des bois d'œuvre, a créé un centre de recherches sur la prévention de la pourriture du bois par les champignons.

IDENTIFICATION DES CAUSES DE POURRITURE

L'un des premiers problèmes auxquels il fallait s'attacher était l'identification des champignons de la pourriture du bois en l'absence de leurs fructifications. Il n'y a que quelques champignons qui fournissent une pourriture suffisamment caractéristique pour permettre d'identifier avec certitude le champignon qui la cause. L'examen microscopique de l'hyphe et ses effets sur les cellules du bois indique en général seulement qu'il y a un champignon à l'origine de la pourriture du bois. On a découvert, cependant, que l'aspect des champignons qui se développent en culture pure sur un milieu standard, est souvent suffisamment caractéristique pour permettre de reconnaître les espèces, soit par leur contexture ou leur couleur, soit par la présence de certains caractères distinctifs microscopiques (voir figures 1 et 2). Certains caractères physiologiques tels que le taux de croissance à différentes températures, les réactions à différents degrés d'acidité du milieu, etc., peuvent également faciliter l'identification d'une culture de champignon. Pour se familiariser avec les caractéristiques de ces cultures de champignon il est nécessaire d'avoir à portée de la main des cultures préparées avec des souches connues, et on doit avoir la possibilité d'utiliser une vaste collection de ces cultures dans tout laboratoire entreprenant des recherches sur les maladies du bois d'œuvre. La valeur pratique de l'identification de la cause de la pourriture d'un échantillon de bois, grâce à l'identification du champignon causal, est de permettre habituellement de déterminer la source et l'origine de l'infection.

Il est difficile de décrire des cultures avec une précision suffisante pour permettre à un autre chercheur de les reconnaître, mais récemment on a essayé de préparer des atlas compréhensifs pour l'identification des champignons d'après leur apparence en culture sur gélose. Les figures 1 et 2 illustrent des cultures qui sont suffisamment caractéristiques pour être immédiatement reconnues par leur apparence générale.

EFFETS DE LA POURRITURE SUR LES PROPRIÉTÉS DU BOIS

Les champignons de la pourriture du bois secrètent des enzymes qui peuvent amener des changements profonds dans les propriétés physiques et dans la composition chimique des bois d'œuvre.

Quoique tout le monde sache que le bois pourri est mou, c'est récemment seulement que des observations exactes ont été faites pour découvrir à quel degré les qualités de résistance du bois étaient atteintes aux différents stades d'attaque par diverses espèces de champignons de la pourriture du bois.

Pendant la guerre, quand les fournitures de bois de première qualité pour les avions étaient rares, il est devenu de la première importance de déterminer l'influence des différent défauts et imperfections des propriétés de ces bois de telle sorte qu'il n'y ait aucun rebut inutile. On a trouvé que le contreplaqué fait avec des feuilles de bois d'acajou couvertes d'une légère couche de moisissure à ses débuts, pouvait avoir une résistance peu inférieure à celle d'un contreplaqué fait avec un bois parfait et on a pu utiliser avec profit un matériau qui autrement aurait été mis au rebut.

La propriété qui est la plus rapidement affectée par un début de moisissure est la résistance à la pression ou au choc. Par exemple, à la suite d'une expérience sur la résistance d'échantillons de frêne (*Fraxinus*) attaqué par le champignon *Polyporus hispidus*, on a constaté qu'elle tombait de 20% après une attaque de deux semaines et de 75% après huit semaines. La résistance à la flexion était aussi affectée immédiatement mais ne se dépréciait que de 30% après 28 semaines. Cet effet immédiat sur la résistance est probablement dû à une rupture des liaisons entre les chaînes des molécules cellulosiques, conséquence de l'hydrolyse causée par les enzymes fongiques.

La densité du bois diminue lorsque la pourriture fongique augmente, et lorsqu'il s'agit de champignons qui attaquent tous ses constituants, le bois peut être complètement désagrégé. Il résulte d'une étude de leur action chimique que les champignons qui attaquent le bois peuvent se diviser en deux classes:

1. Ceux qui produisent des enzymes hydrolisantes et attaquent la cellulose et les pentosanes associées, produisant une pourriture *brune* d'aspect carbonisé qui rend le bois friable et poudreux (voir figure 3).
2. Ceux qui produisent des enzymes oxydantes aussi bien qu'hydrolisantes et attaquent tous les constituants du bois, y compris la lignine, et produisent des moisissures *blanches* ou légèrement colorées (voir figures 4 et 5).

Il est facile de voir si les champignons du bois contiennent des oxydases en ajoutant à leur culture en milieu liquide une substance telle que le guaïacol; cette réaction permet de caractériser utilement le type de moisissure qu'un champignon peut produire.

RÉSISTANCE NATURELLE DU BOIS

La résistance des bois d'œuvre aux moisissures cryptogamiques varie beaucoup. Certains, tels que le hêtre et le peuplier sont rapidement avariés si on les laisse en contact avec le sol; d'autres tels que le bois de teck ou le bois de gommier peuvent durer des années. On a fait de nombreuses spéculations sur la raison pour laquelle un bois était plus résistant qu'un autre. On a essayé d'établir une corrélation entre la résistance de certains bois et leur densité, mais l'hypothèse est sans fondement, car il y a des bois légers tel le thuya qui sont très résistants à la pourriture et des bois relativement lourds qui sont tout de suite détruits. On a alors cherché dans la nature chimique des bois les raisons des différences de leur résistance naturelle. Il semble que les constituants essentiels des bois varient comparativement peu d'une espèce à l'autre parmi les bois d'œuvre communs; ce serait donc dans des constituants de moindre importance, extraits solubles dans l'eau ou l'alcool que l'on devrait trouver les substances protectrices naturelles qui confèrent leur résistance aux bois. Des travaux récents en Suède ont montré que c'était la présence de petites quantités d'un composé phénolique extrêmement toxique, appelé « pinosylvine », qui rendait le cœur du sapin d'Ecosse beaucoup plus résistant que l'aubier et une substance similaire a été isolée dans le thuya et appelée « thuyaplicine ». Cartwright a montré que la résistance à la pourriture pouvait varier dans les différentes parties du tronc d'un même thuya, étant plus faible au centre du cœur que dans les couches extérieures et que cette variation était en corrélation avec la quantité de substance soluble dans l'eau présente.

On a imaginé des tests de laboratoire, grâce auxquels la résistance naturelle d'un bois à la pourriture peut être déterminée beaucoup plus rapidement qu'en l'exposant à l'essai dans des entrepôts. Il arrive maintenant sur les marchés de l'Europe occidentale, pour remplacer les espèces bien connues qui deviennent rares, de nombreux bois d'œuvre venant d'Afrique et d'Amérique du Sud et avec lesquels nous ne sommes pas familiarisés; il est essentiel de connaître leurs propriétés le mieux possible, afin de les utiliser dans un délai minimum.

PRÉSERVATION DU BOIS PAR DES SUBSTANCES CHIMIQUES

Depuis environ un siècle la créosote obtenue par distillation du goudron de houille a été la substance standard utilisée pour la préservation du bois d'œuvre, et pour beaucoup de raisons on n'a pas trouvé et il ne semble pas que l'on puisse trouver de meilleur préservatif. Elle présente, cependant, certains désavantages, tels que ses effets sur la peinture. Dans les parties du monde éloignées des sphères industrielles où s'effectue la distillation du goudron, le prix de transport de la créosote est élevé et dans ces conditions il est plus économique d'utiliser une substance soluble dans l'eau que l'on puisse transporter sous forme solide et redissoudre au lieu d'utilisation. Jusqu'à ces temps derniers, la plupart des préservatifs solubles dans l'eau présentaient le désavantage suivant: les sels étant solubles dans l'eau étaient entraînés par la pluie tombant sur le bois traité, mais on a trouvé qu'en ajoutant des chromates, certaines substances chimiques toxiques, telles que le cuivre et l'arsénic pouvaient être fixées et rendues moins solubles après avoir pénétré le bois. Différents préservatifs satisfaisants de ce type se trouvent maintenant sur le marché britannique. L'utilisation de substances toxiques aux champignons, solubles dans les huiles et insolubles dans l'eau a été une nouvelle amélioration. La substance toxique est déposée sous forme insoluble après évaporation du solvant. Le pentachlorophénol et le naphténate de cuivre sont les deux composés de plus en plus utilisés pour ce mode de préservation du bois.

La longue durée nécessaire aux essais d'efficacité des préservatifs du bois en chantier, ou déjà utilisé, a engagé à rechercher des techniques rapides de laboratoire pour évaluer cette efficacité; on a publié une méthode britannique standard pour la détermination de la toxicité pour les champignons de substances préservant le bois.

PRÉSERVATION CONTRE LA POURRITURE DU BOIS D'ŒUVRE DÉJÀ UTILISÉ

Malgré les progrès effectués dans la connaissance de la physiologie des champignons de la pourriture du bois, et dans les moyens d'empêcher leurs dégâts, une très grande quantité de bois, dans un ensemble, peut moisir prématurément même dans les régions très industrialisées. Il y a peu de pays qui possèdent encore du bois d'œuvre en surabondance et aucun ne peut se permettre de gaspiller ce précieux matériau pour lequel la demande mondiale n'est pas satisfaite. Le prix de revient d'une imprégnation efficace n'a pas augmenté dans les mêmes proportions que celui du bois d'œuvre (qui est en Grande-Bretagne trois ou quatre fois le prix de l'avant-guerre) et par conséquent l'économie réalisée par un traitement

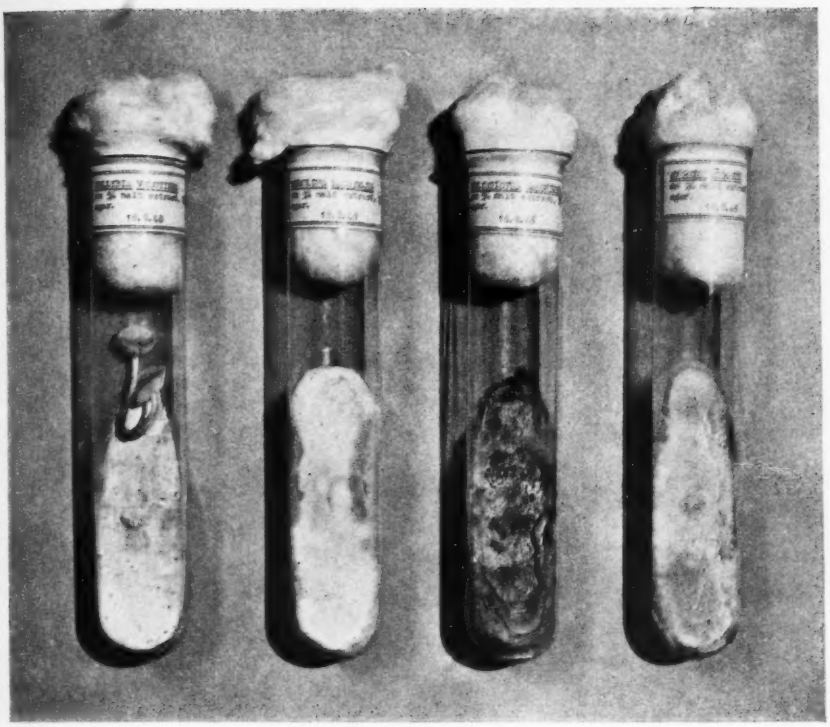

FIGURE 1 – *Cultures de champignons de la pourriture du bois sur gélose maltée à 5%. Certaines d'entre elles ont une contexture ou une coloration caractéristique qui permettent de les reconnaître facilement.*

De gauche à droite: Collybia velutipes (*avec fructifications*), Merulius lacrimans, Polystictus sanguineus, *et* Stereum rugosum.

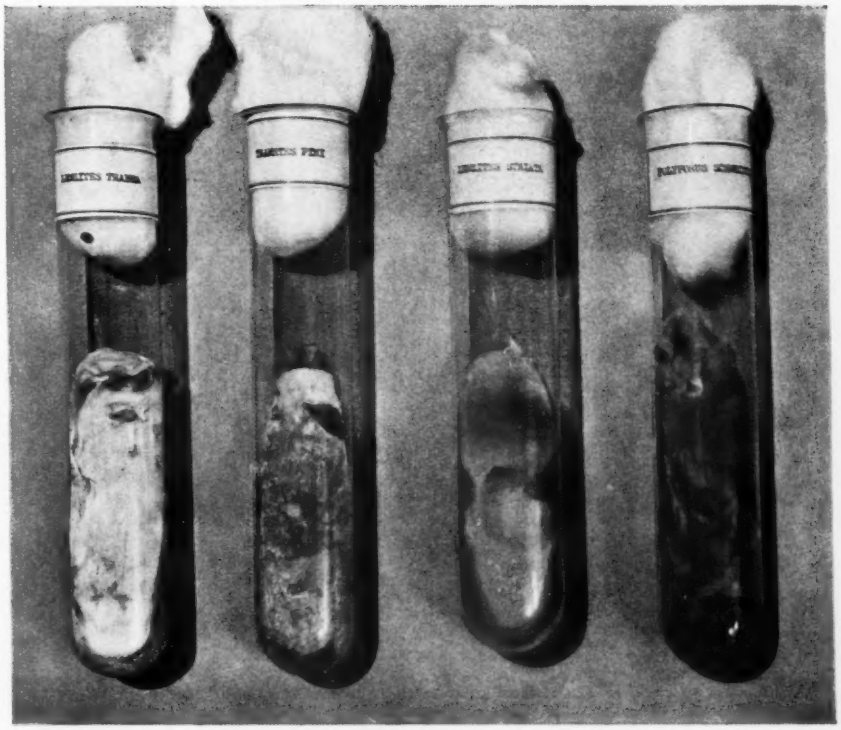

FIGURE 2 – *Cultures sur gélose maltée à 5% (de gauche à droite):* Lenzites trabea, Trametes pini, Lenzites striata, Polyporus schweinitzii.

FIGURE 3 – *Tache de pourriture brune sur opepe* (Sarcocephalus diderrichii).

FIGURE 4 – *Bouleau avec zones de pourriture blanche.*

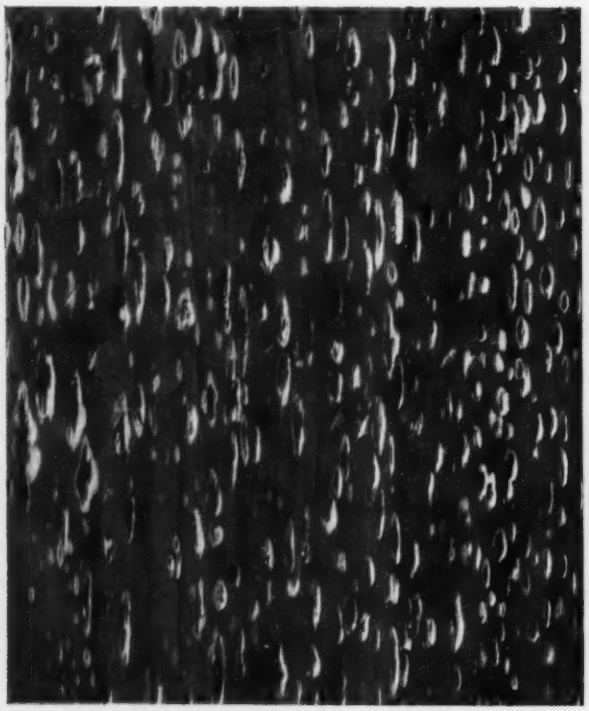

FIGURE 5 – *Tache de pourriture blanche causée par* Trametes pini *sur un pin Douglas d'importation.*

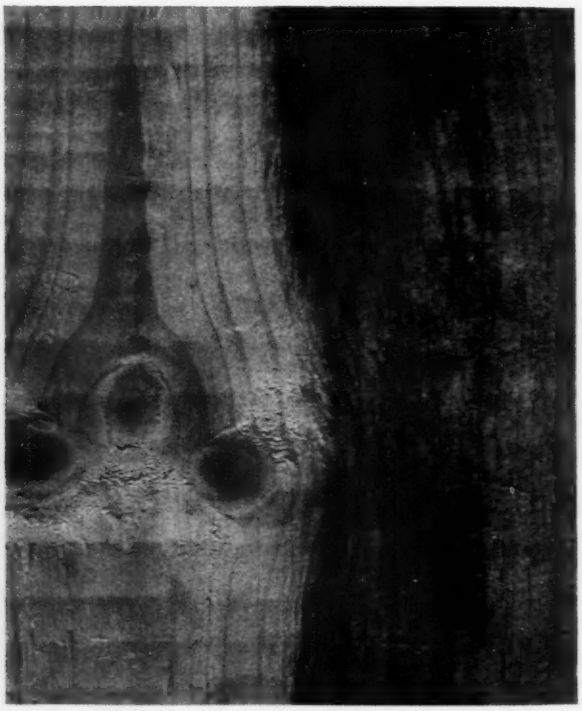

FIGURE 6 – *Tache de sève (tache « bleue ») dans l'aubier d'un pin causée par* Ceratostomella sp.

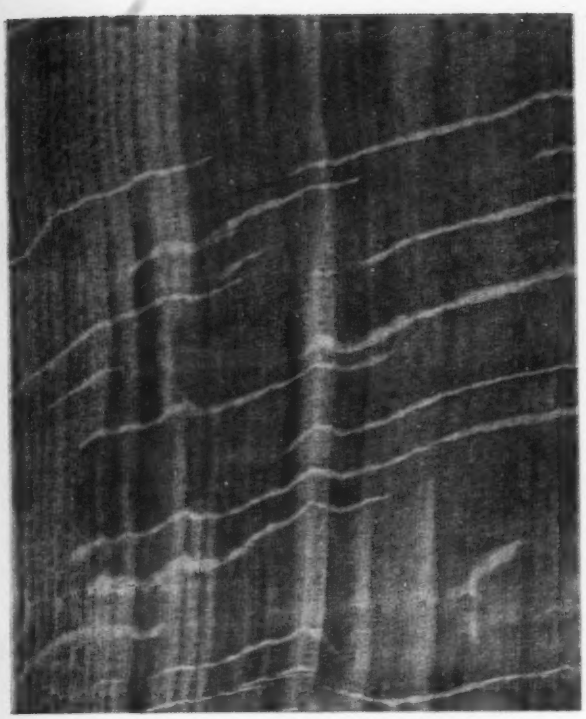

FIGURE 7 – *Chêne brun. La chaude coloration brune est due au champignon « langue de bœuf »* Fistulina hepatica. *Cette espèce de chêne est souvent utilisée pour des meubles de belle qualité.*

FIGURE 8 – *« Chêne vert »: la couleur est due à un champignon* Chlorosplenium aeruginosum. *Ce bois a été utilisé en marqueterie.*

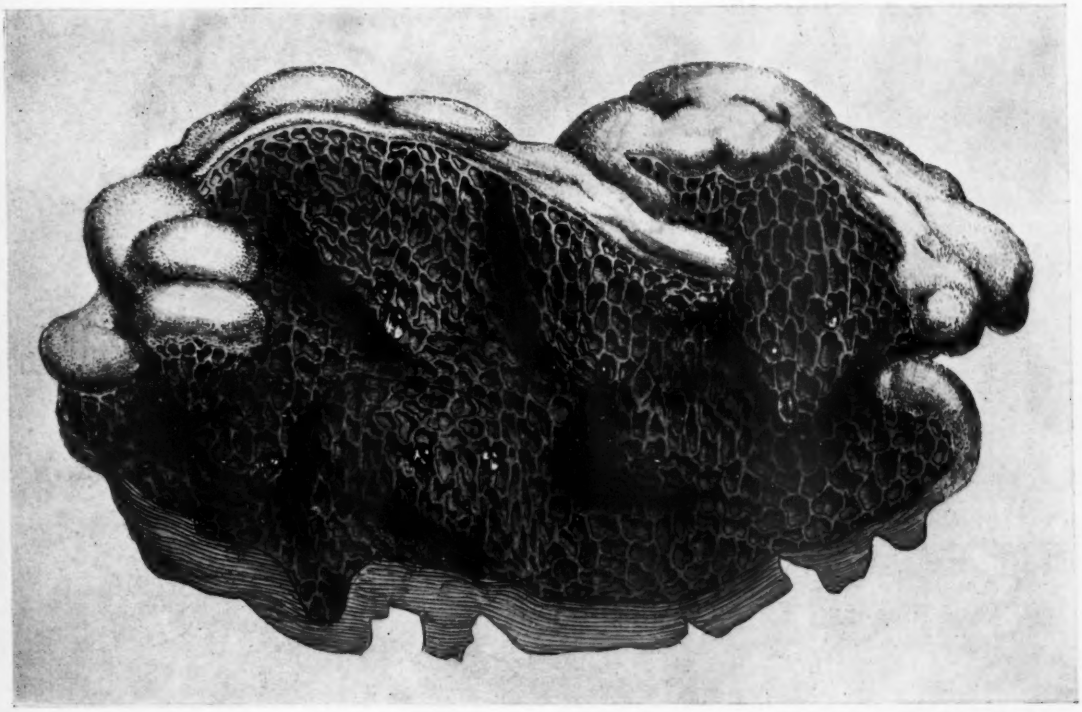

FIGURE 9 – *Une des premières reproductions du champignon de la pourriture sèche,* Merulius lacrimans (*planche* 113, *Vol.* 1 *de* Coloured Figures of English Fungi or Mushrooms, *de Sowerby,* 1797). *Sowerby décrit le champignon comme « beaucoup trop commun en Angleterre . . . comme les fructifications portent presque toujours des gouttes d'eau ressemblant à des larmes, on lui a donné le nom latin de* lachrimans *»; et il conclut « . . . le meilleur moyen de se préserver de ce fléau est d'introduire une libre circulation d'air frais et d'éviter de construire dans des endroits humides ».*

FIGURE 10 – *Croissance d'un mycélium de* Poria vaillantii *sur des bois de soutènement dans une mine de houille.*

FIGURE 11 – *Sporophores de* Polystictus versicolor *sur l'aubier d'un chêne abattu. Remarquer l'absence de prolifération fongique sur le cœur.*

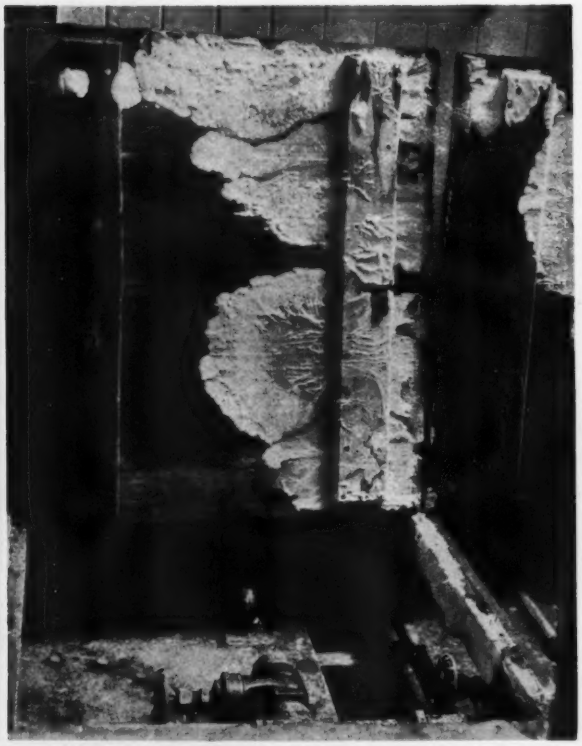

FIGURE 12 – *Prolifération fongique sur un parquet en bois au-dessus d'une citerne à eau dans une chaloupe à moteur.*

Les figures 10–12 sont reproduites avec la gracieuse autorisation du Directeur du Laboratoire des Produits Forestiers. (Photographies, Crown Copyright reserved.)

FIGURE 13 – *Croissance exceptionnellement vigoureuse d'un champignon de la pourriture sèche* (Merulius lacrimans) *d'une armoire fermée pendant des années dans un rez-de-chaussée. (Avec la gracieuse autorisation de G. W. Walford & Partners.)*

préventif est plus importante que celle d'avant-guerre.

En Europe, la réparation et l'entretien de toutes les constructions, en particulier des maisons d'habitation ont été négligés pendant cinq ans et plus, et la pourriture sèche est très répandue; il n'est pas exagéré de dire que, rien qu'en Angleterre, des millions de livres sterling ont été dépensés depuis la guerre pour réparer les ravages dus à la pourriture sèche (voir figure 13). Elle a été surtout très répandue dans les constructions où des incendies dues aux bombes incendiaires ont été éteintes par de grandes quantités d'eau. Une grande partie des dégâts aurait pu être évitée si le public avait mieux compris les conditions favorisant la pourriture sèche, et si l'on avait pris des précautions simples pour assécher les constructions sur lesquelles l'eau avait été répandue. Les architectes et les entrepreneurs connaissent de mieux en mieux la nécessité d'empêcher l'humidité d'atteindre les parties en bois et d'y faire naître les conditions favorables à la pourriture sèche. Les plans des maisons nouvelles, qu'il s'agisse de types préfabriqués ou traditionnels, sont soigneusement étudiés à cet égard. L'utilisation de bois d'œuvre imprégné sous pression par des préservatifs du bois, augmente également sans cesse. Il est donc très improbable que les constructions érigées maintenant souffrent de la pourriture sèche dans les mêmes proportions que celles construites pendant le siècle dernier.

Dans beaucoup de mines, la moisissure des boisages était autrefois rapide et augmentait considérablement les frais d'exploitation (voir figure 10). La Chambre des Mines du Transvaal, convaincue que des économies substantielles pouvaient être réalisées par un traitement préventif approprié des bois utilisés dans les mines d'or du Rand, a créé un laboratoire de recherches pour étudier ces bois. La préservation du bois d'œuvre de ces mines a eu un résultat inattendu intéressant: la découverte que le champignon responsable d'une sérieuse maladie de peau des mineurs — la sporotrichose — pouvait être prévenue par un traitement préservatif des piliers de soutènement de la mine, qui n'empêchait pas seulement la croissance des champignons de la pourriture du bois, mais inhibait le développement de la moisissure pathogène.

Pendant la guerre, de grandes quantités de bateaux en bois ont été construits et l'expérience a montré la nécessité d'un traitement préventif pour toute partie en bois qui ne pouvait pas être bien ventilée. Beaucoup de yachts privés, remisés pendant des années, ont souffert de nombreuses dégradations dues aux moisissures, qui auraient été évitées si un traitement préventif approprié avait été appliqué aux parties vulnérables.

L'histoire de la campagne pour la préservation et l'emballage adéquat des approvisionnements destinés aux théâtres tropicaux de la guerre, ce qu'on a appelé la « tropicalisation » a été relatée ailleurs. Mais la nécessité de protéger les caisses d'emballages pour les approvisionnements qui doivent rester longtemps à l'air ou dans des entrepôts humides ou mal ventilés, mines souterraines ou carrières, nous semble toujours évidente.

PROTECTION DES BILLES DE BOIS CONTRE LA POURRITURE

On reçoit moins de bois d'œuvre des Pays Baltes et de la Russie qu'autrefois et les pays de l'Europe occidentale doivent se tourner vers les forêts de l'Afrique ou de l'Amérique du Sud. Autrefois la masse des bois reçus des régions tropicales consistait en espèces telles que le teck, l'acajou, l'ébène et autres espèces résistantes ou relativement résistantes qui pouvaient être embarquées sans risque sérieux de détérioration entre le moment de leur abattage et le moment où elles étaient sciées en Angleterre. Aujourd'hui on demande aussi à ces contrées des bois plus mous et peu colorés — ceux qu'on appelle mi-durs; mais beaucoup de ces espèces sont très vite attaquées après l'abattage par des insectes perforant le bois et par des champignons qui le pourrissent ou produisent des taches qui le déparent. On a étudié en Afrique occidentale des méthodes pratiques pour prévenir cette détérioration: on a répandu sur les billes des émulsions de pentachlorophénol et d'hexachlorure de benzène et ces expériences ont donné de bons résultats.

NÉCESSITÉ D'ÉDUQUER LE PUBLIC ET DE DÉVELOPPER LES MÉTHODES PRÉVENTIVES

Dans la plupart des pays, les industries forestières ont été les « parentes pauvres » de l'agriculture et les problèmes qui y sont relatifs ont rarement été l'objet d'une étude aussi attentive que les problèmes similaires concernant l'agriculture. Cependant les connaissances scientifiques et les techniques appropriées, maintenant utilisables, pourraient augmenter énormément le standard d'utilisation du bois d'œuvre et éviter la plus grande partie de la détérioration rapide et inutile qui survient trop souvent.

Le vol aux vitesses supersoniques

S. G. HOOKER

Le vol, à une vitesse supérieure à celle du son, pose de nombreux problèmes dans la conception et la construction des avions. Une des difficultés de conception les plus sérieuses, vient de ce qu'un appareil prévu pour voler à des vitesses supersoniques en haute altitude devient impossible à manœuvrer à basse altitude, et aux vitesses bien plus petites de l'atterrissage et de l'envol. Pour l'ingénieur, le problème principal est la prévision d'un groupe moteur compact, capable de fournir la grande puissance nécessaire.

On a annoncé dans la presse américaine que des pilotes américains ont déjà atteint, en vol horizontal à haute altitude, sur des appareils spéciaux à fusée, des vitesses supérieures à celle du son; plus récemment, un pilote anglais, Monsieur John Derry, a dépassé 1 comme nombre de Mach[1], dans une descente en piqué sur l'avion à réaction « Swallow » de la firme De Havilland.

Jusqu'en 1940, la vitesse des avions n'avait pas dépassé 640 km/h, ce qui correspond à un nombre de Mach de 0,55, et aucune amélioration de ces résultats ne semblait probable, ou possible, avec le groupe propulseur classique consistant en une hélice et un moteur à piston.

Cependant, l'apparition du moteur à réaction a tout changé au tableau. On avait là un nouveau moteur — léger, compact, doué d'une puissance énorme, et avec, en plus, cette caractéristique très désirable: une efficacité propulsive croissant avec la vitesse. En quelques années, le record mondial de vitesse s'est élevé de 55% à plus de 85% de la vitesse du son.

LES ONDES CAUSÉES PAR L'AVION

Dans quelles conditions particulières se trouve-t-on quand on s'approche de la vitesse du son ou qu'on la dépasse ? Comment doivent-elles modifier notre conception de l'avion supersonique de l'avenir ? Sur toutes ces questions, on a encore beaucoup à apprendre des recherches théoriques et encore plus, des applications pratiques de résultats connus, mais les grandes lignes, qui sont à la base des progrès, sont déjà passablement bien établies.

Considérons les phénomènes particuliers qui se produisent lorsqu'un corps se déplace dans l'air à une vitesse supérieure à celle du son. Par définition, la vitesse du son est la vitesse de propagation dans toutes les directions de petites variations de pression dues à un corps. Ce sont ces variations de pression qui permettent de se rendre compte de la présence du corps dans l'atmosphère environnante. Il est évident que si un projectile se déplace plus vite que le son, la masse d'air en avant de lui ne sera pas perturbée par son approche. Soit, sur le schéma supérieur de la figure 1, A_1, A_2, A_3, A_4 les positions successives du projectile qui se déplace dans la direction indiquée avec une vitesse U plus grande que celle du son a. Quand le projectile se déplace de A_1 à A_4, la perturbation causée par son front se propagera à la vitesse du son jusqu'aux points d'un cercle de rayon A_1P_1; de même, pendant l'intervalle entre A_2 et A_4, il y aura un cercle de perturbation de rayon A_2P_2. Il est évident que la totalité de la perturbation due à la partie frontale du projectile demeurera entre les droites A_4B_1 et A_4B_2, qui constituent par suite des ondes, se propageant dans une direction inclinée d'un angle de sinus a/U sur la direction du mouvement. Ces ondes limites enveloppent toutes les perturbations originaires de la partie frontale du projectile à son passage dans la direction indiquée, et elles se propagent normalement à elles-mêmes à la vitesse du son. A l'extérieur de l'angle $B_1A_4B_2$, l'état de l'air n'est nullement modifié par l'approche du projectile.

Appliquons ce raisonnement à une aile, comme sur le schéma d'en bas de la figure 1: tout point sur la surface de l'aile émettra une onde sonore inclinée d'un angle de sinus a/U sur la direction du mouvement. On pourra représenter comme sur la figure la perturbation due à une aile. Elle est limitée à la région comprise entre les ondes de front et les ondes de queue, et en fait, la perturbation due à une aile lui est attachée, et se déplace avec elle — contrairement aux conditions observées aux vitesses infra-soniques, où la perturbation précède l'aile, et se répand dans toute l'atmosphère environnante à la vitesse du son. C'est à cette production continue d'un système d'onde par

[1] Nous appelons nombre de Mach le rapport de la vitesse de l'avion à celle du son.

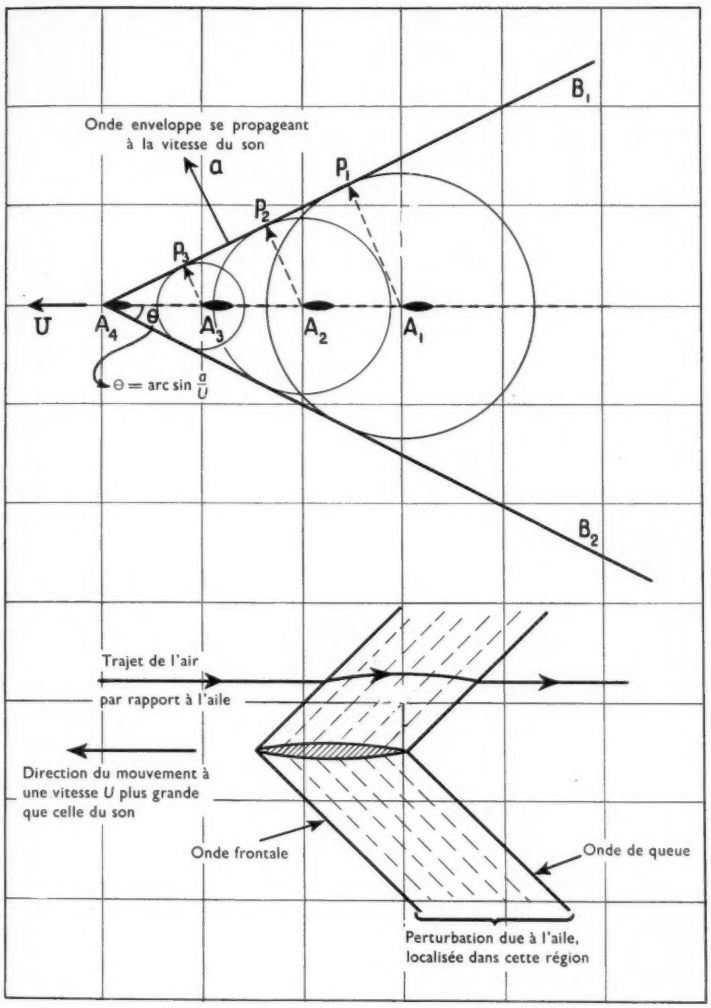

FIGURE 1 – *Ondes produites par une aile d'avion se déplaçant plus vite que le son.*

l'aile en déplacement qu'est due l'énorme traînée qu'elle subit.

DESSIN DES AVIONS

On voit sur les schémas de la figure 2 les modifications de tracé qu'on doit attendre lorsqu'on s'approche de la vitesse du son, puis qu'on la dépasse. D'abord, dans la section de l'aile, ou profil, jusqu'à des vitesses $M = 0{,}7$, on a la section classique, prévue pour produire une portance élevée, avec la surface supérieure plus arquée que la surface inférieure. A mesure qu'on s'approche de la vitesse du son, la section devra s'ammincir et devenir symétrique, avec son épaisseur maxima à peu près au milieu de la corde. Finalement, la section supersonique sera symétrique et aura le bord d'attaque et le bord de fuite effilés.

En conséquence, on aura les variations indiquées du coefficient de traînée. Jusqu'à $M = 0{,}8$, il reste indépendant du nombre de Mach, et conserve sa valeur pour les faibles vitesses. Entre $M = 0{,}8$ et $M = 1{,}0$, il y aura un accroissement rapide — il pourra devenir peut-être cinq fois plus grand — et finalement, aux vitesses supersoniques, il décroîtra à nouveau, jusqu'à environ deux fois sa valeur pour les faibles vitesses, lorsqu'on se déplacera à des vitesses supérieures à deux fois la vitesse du son.

La section plane des ailes subira aussi des changements radicaux. Lorsqu'on s'approche de $M = 1{,}0$, elles se rabattront vers l'arrière jusqu'à 45°, parce que cela retarde la première apparition de la production d'ondes à la surface des ailes. Il faut accroître la corde de l'aile, et décroître son envergure parce que, là encore, on a trouvé que les ailes de cette forme étaient moins sensibles à la production d'ondes.

Finalement, aux vitesses supersoniques, le bord d'attaque est repoussé en arrière d'un angle encore plus grand, pouvant atteindre 75°, et la forme en plan tend à devenir triangulaire. Une telle modification entraîne évidemment de grands avantages structuraux — ces formes sont les bienvenues, elles aident à surmonter les forces aérodynamiques intenses qu'entraînent ces vitesses si élevées. Il est plus que probable que la queue habituelle disparaîtra complètement.

On peut se demander pourquoi ces changements sont si longs à venir. La réponse n'est pas loin. Les avions doivent fatalement s'envoler et atterrir à une vitesse modérée — par exemple, environ 200 km/h et les modifications ci-dessus, toutes d'un grand avantage aux vitesses élevées, présentent des inconvénients presque aussi grands

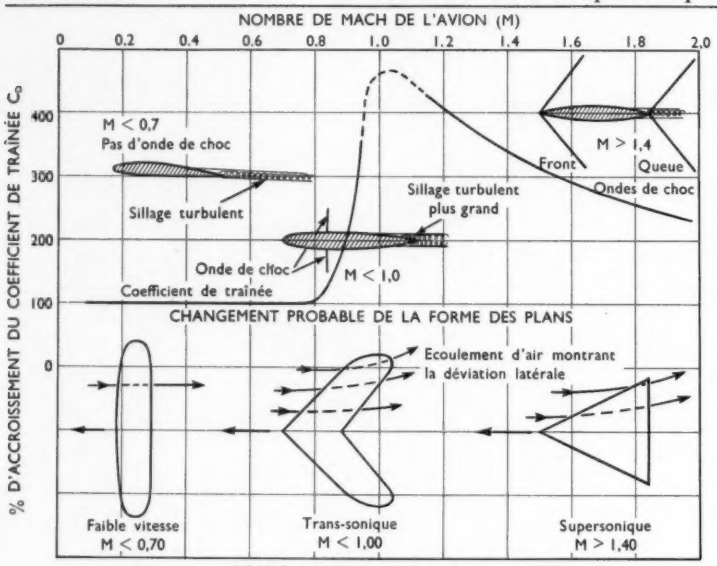

FIGURE 2 – *Modifications nécessaires du dessin d'une aile.*

dans les conditions d'atterrissage et d'envol. Une des difficultés majeures tient à la tendance des bouts de l'aile repliée ou triangulaire à plonger les premiers, causant ainsi une perte de commande sérieuse. La raison en est que le courant d'air s'écoule vers l'extérieur, en direction du bout de l'aile, à cause du bord d'attaque incliné, et en fait, a tendance à glisser sur les bouts d'ailes latéralement, sans produire aucune portance (figure 2).

On pourrait, évidemment, surmonter cette difficulté de décollage en lâchant l'avion supersonique à partir d'un avion « mère », comme on l'a fait en Angleterre en expérimentant sur des modèles sans pilote. Comme autre solution, on peut employer un chariot sur rail mû par une fusée, comme le système allemand de lançage des V1. L'atterrissage serait bien plus difficile, et il faudrait peut-être employer finalement des parachutes.

On n'a pas encore parlé du fuselage des avions supersoniques, et cette excroissance incommode, mais nécessaire, doit absolument se réduire à un minimum, pour diminuer la résistance, et ne pas perturber le courant aérodynamique. Il est probable que pour en diminuer le maître-couple dans la mesure du possible, le pilote et l'équipage devront rester couchés à plat-ventre. C'est dans cette position que le corps humain résiste le mieux aux effets physiques des accélérations considérables qui se produisent fatalement quand on manœuvre à ces vitesses élevées.

LA PUISSANCE NÉCESSAIRE

L'expression « barrière sonique » est devenue courante, mais il ne faudrait pas s'imaginer qu'il y a, lorsqu'on atteint la vitesse du son, un mur enchanté de

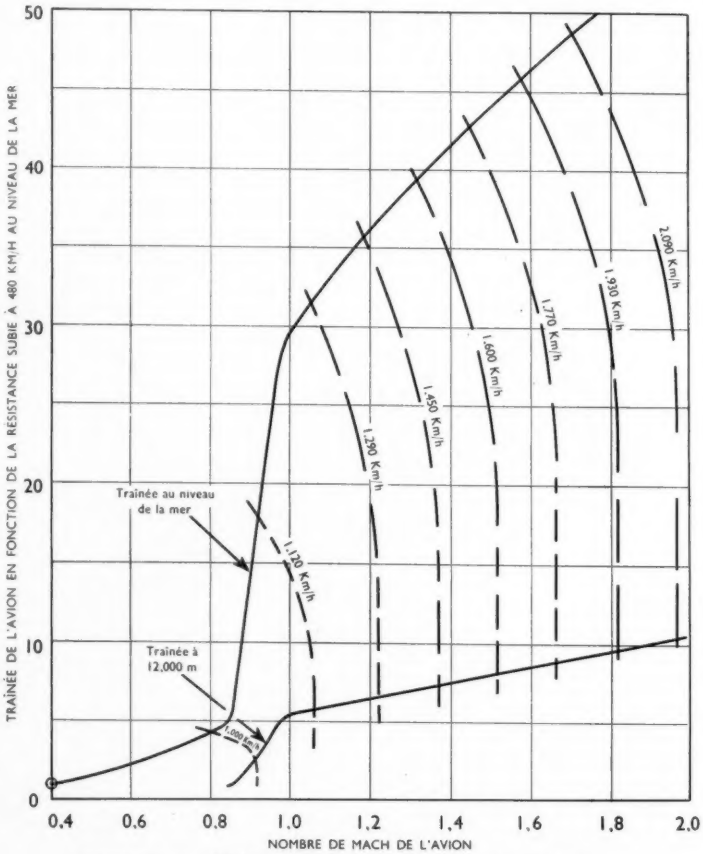

FIGURE 3 – *Résistance de l'air aux vitesses supersoniques.*

résistance que l'avion doit traverser, et qu'alors, il y aura un vol ordinaire sans vent debout. En fait, la résistance de l'air croît constamment avec la vitesse, et il faut multiplier le coefficient de traînée C_D, indiqué sur la figure 2, par la densité de l'air ρ et le carré de la vitesse V de l'avion pour obtenir la traînée réelle, ce qui donne:

$$D = \text{const.} \times \rho V^2 C_D$$

Mais la densité de l'air est proportionnelle au quotient de sa pression par sa température absolue, et on peut écrire:

$$D = \text{const.} \times p \frac{V^2}{T} C_D$$

De plus, nous savons que la vitesse du son ne dépend que de la racine carrée de la température absolue de l'air, si bien que la traînée s'écrit finalement:

$$D = KpM^2C_D$$

où M désigne le nombre de Mach de l'avion.

A l'aide de l'opération ci-dessus, et de la variation de C_D donnée par la figure 2, nous pouvons construire la traînée de l'avion, en fonction de la résistance subie à 480 km/h (nombre de Mach 0,4) au niveau de la mer. Remarquons que d'après l'équation ci-dessus, pour un nombre de Mach donné, la traînée de l'avion ne dépend plus que de la pression due à l'altitude. On voit sur la figure 3 les courbes donnant la traînée, calculée au niveau de la mer, et à 12.000 m, en fonction du nombre de Mach de l'avion.

Ainsi, au niveau de la mer, à 1,8 M, la traînée subie par l'avion est 50 fois plus grande qu'à 0,4 M. Par exemple, un appareil de la dimension d'un Spitfire, subit une traînée d'environ 450 kg à 480 km/h au niveau de la mer. En modifiant de notre mieux la forme aérodynamique de l'aile, nous aurons pour un avion de cette dimension une traînée de 22.500 kg au niveau de la mer pour 1,8 M, et comme ce nombre de Mach correspond à 2.200 km/h, la puissance nécessaire pour dominer cette traînée ne sera pas moins que 182.000 chevaux — un peu plus qu'il n'en faut pour la marche du *Queen Elizabeth*. Si on emploie la propulsion à réaction, on dépensera 41.000 kg de carburant à l'heure. Les puissances nécessaires écartent, évidemment, toute idée d'hélice et de moteur à piston classique.

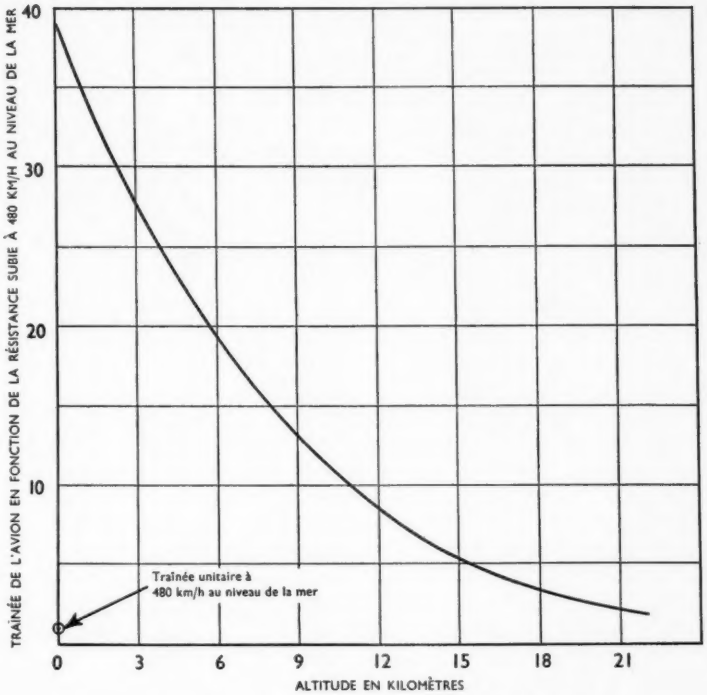

FIGURE 4 – *Traînée subie par un avion volant à 1.600 km/h.*

La propulsion par fusée coûte encore plus de carburant, car il ne faut pas moins de 410.000 kg à l'heure pour développer une poussée de 22.500 kg — dix fois ce qu'il faut pour un moteur à réaction.

Manifestement, le vol supersonique au niveau de la mer ne sera possible que pendant quelques secondes, par suite de la consommation élevée de carburant, quel que soit le type de moteur employé; et on peut se demander si on pourra emmagasiner assez de carburant pour les quatre courses consécutives (deux dans chaque direction) qu'il faut effectuer sur un parcours mesuré d'un kilomètre au niveau de la mer pour prétendre au record de vitesse du monde.

LE VOL AUX ALTITUDES ÉLEVÉES

Le tableau change si on gagne les altitudes plus élevées, où l'air est moins dense. On voit sur la figure 3 qu'à 12.000 m., où la pression atmosphérique tombe à 5,54 cm de mercure, la traînée à 1,8 M n'est plus que 9,5 fois la traînée à 480 km/h au niveau de la mer, c'est-à-dire, 4.300 kg, chiffre

moins impossiblement élevé. Cela ne nécessiterait plus que 22 kg par seconde de carburant à fusée, et en fait, le carburant contenu dans la fusée allemande V2 (8.200 kg) suffirait à un vol de six minutes. Toutefois, avec la même quantité de combustible, un appareil à réaction pourrait marcher plus d'une heure — résultat encourageant pour l'application pratique.

Pour fixer les idées, oublions les nombres de Mach et considérons un avion se déplaçant à la vitesse de 1.600 km/h. On voit sur la figure 4 la traînée correspondante à toutes les altitudes, en prenant encore, comme unité, la traînée à 480 km/h au niveau de la mer. A 21.000 et 18.000 m, on tombe à des traînées qui ne sont plus que deux et trois fois notre unité (c'est-à-dire, 900 et 1.350 kg dans le cas particulier déjà traité), et il est évident qu'à ces altitudes, on peut envisager de façon précise un avion supersonique dont la durée et la portée soient d'un intérêt pratique.

Il faudra, naturellement, adapter la pression dans la cabine du pilote, et comme la pression atmosphérique à 21.000 m n'est plus que 33 mm, il faudra un compresseur dont le rapport de compression sera 16 : 1 pour ramener la pression dans la cabine à sa valeur à 3.000 m du sol.

Chose assez étrange, même à ces altitudes élevées, un des problèmes les plus importants sera de tenir le pilote au frais. Par suite de la vitesse d'avance, toute particule d'air ramassée et entraînée par l'avion est portée à 100°C. Ce n'est pas dû au frottement, mais simplement à l'énergie qu'il faut fournir à l'air pour le faire passer de l'état de repos à la vitesse de 1.600 km/h. On peut s'attendre à ce que le fuselage et les surfaces des ailes soient portées à 85° C, et comme à 21.000 m la température de l'atmosphère est — 57°C, la température à l'intérieur du poste de pilotage sera d'au moins 30°C. En plus, il y a la chaleur due à la compression de l'air par le compresseur de la cabine, et même avec le refroidissement maximum possible il fera une chaleur et une sécheresse très désagréables pour le pilote.

MOTEURS DES AVIONS SUPERSONIQUES

Quel sera le moteur de l'avion supersonique ? Il semble qu'il y ait trois possibilités: un moteur à fusée, un moteur à réaction avec rechauffage dans le tuyau à réaction, et un conduit aérothermodynamique, ou plus brièvement, un athodyde.

Nous l'avons vu, le grand inconvénient de la fusée tient à son énorme consommation de combustible, qui tient en premier lieu à ce qu'elle doit transporter avec elle son propre oxygène, sous la forme d'un des constituants de mélange combustible. A tout autre point de vue, elle a tous les avantages. Elle est légère, mécaniquement — mais pas en structure — simple, et fournit la même poussée à 21.000 m qu'au niveau de la mer (ce qui vient encore du fait qu'elle transporte son propre oxygène).

La force de traction d'un moteur à réaction, par contre, décroît presque proportionnellement à la densité de l'air en altitude et, en plus, elle est limitée du fait que la température des chambres de combustion ne peut dépasser un certain maximum, à cause de la chute en résistance mécanique des palettes de la turbine à haute température. Par suite, on ne peut employer dans la combustion qu'un quart de l'oxygène utilisable avant la turbine, mais il n'y a pas de raison de ne pas employer le reste dans le tuyau d'échappement après la turbine, ce qui accroît la poussée possible. De cette façon, on peut obtenir une poussée supplémentaire de 70–80% sans mettre en danger la vie des palettes de la turbine.

Enfin, il y a l'athodyde, le plus simple de tous les moteurs. Le cycle fondamental de toute machine thermique comprend d'abord une compression du fluide, puis un chauffage, enfin une détente, et c'est effectivement ce qui se passe dans la fusée ou le moteur à réaction. Or, par suite de sa vitesse, un avion peut comprimer l'air qu'il entraîne. Si l'on monte un conduit sur un appareil à grande vitesse, avec une prise d'air tournée vers l'avant, ayant la forme correcte pour transformer en pression la vitesse de l'air qui pénètre, on peut brûler un combustible dans le conduit, et par échappement à l'arrière, on a une poussée qui peut arriver à propulser l'avion. Par exemple, à 1.600 km/h, on peut obtenir théoriquement de cette façon un rapport de compression de 3,5. En fait, l'avion agit comme son propre compresseur, et tout ce qu'on a à faire, c'est de chauffer l'air avec du carburant, puis de le détendre par échappement à l'arrière. Evidemment, ce moteur est inemployable aux faibles vitesses, où la compression de l'air est faible, et il ne donne aucune poussée dans des conditions statiques. Il ne peut servir à faire décoller l'avion, et ne se met à fonctionner que lorsque l'appareil se déplace déjà à une vitesse supersonique. Alors qu'il apparaît inutilisable comme installation motrice principale, il peut cependant se révéler utile comme unité de renfort lorsqu'on aura obtenu une vitesse supersonique d'une autre façon.

Le jardin de Tresco

J. W. HUNKIN

Le grand jardin de Tresco, dans les Iles Scilly, devrait être beaucoup mieux connu. Il existe maintenant depuis plus d'un siècle et quoiqu'il ait été très abîmé par la tempête en 1929, les dégâts ont été vite effacés. Sir Arthur Hill, dernier directeur des Jardins de Kew a dit que le jardin de Tresco était un capital impérial de grande importance. L'évêque de Truro, dans le diocèse duquel se trouvent les Iles Scilly donne ci-dessous un aperçu du jardin.

Les Iles Scilly comprennent plus de trois cents rochers et îlots situés à environ 48 km à l'ouest du cap Land's End. Cinq îles seulement sont habitées; parmi celles-ci, St Mary est la plus grande et Tresco, à environ 3 km au nord d'une vaste rade, est la seconde. Le paysage est de dimensions modestes, mais l'air est d'une extraordinaire fraîcheur et le sable blanc, la mer bleu saphir, les algues dorées, les gazons d'Olympe, les ajoncs et la bruyère brillent comme un joyau.

L'histoire moderne des Iles Scilly commence en 1834 quand Mr Augustus Smith de Berkhampstead succéda au Duc de Leeds en louant à bail ces îles qui font partie du Duché de Cornouailles. Augustus Smith tomba amoureux des Scilly et il y fit la loi comme un lord propriétaire jusqu'à sa mort en 1872. Son gouvernement fut ferme et bienveillant et les insulaires qui avaient été très pauvres dans les premières années du XIXème siècle commencèrent à jouir d'une prospérité considérable.

Augustus Smith décida de vivre à Tresco. Quand il arriva rien ne poussait sur l'île plus haut que les buissons d'ajoncs, sauf dans le jardin de la cure où il y avait quelques petits arbres rabougris. Il choisit un emplacement pour sa maison près des ruines de l'ancienne abbaye, petit poste avancé de l'Abbaye des Bénédictins de Tavistock dans le Devonshire (figure 6), et commença à planter pour s'abriter du vent. Il construisit aussi un mur de protection et remplit son jardin avec des plantes intéressantes dont beaucoup étaient trop fragiles pour pouvoir pousser en pleine terre en Angleterre. Certaines de ces plantes lui étaient envoyées de Kew, d'autres provenaient de ses correspondants en Australie, en Nouvelle-Zélande et en Afrique du Sud ou de semences qui lui avaient été rapportées par ses amis, capitaines au long cours. Il augmenta graduellement les zones abritées, utilisant *Quercus ilex*, *Cupressus macrocarpa* et *Pinus radiata*, il agrandit son jardin sur le flanc sud de la colline centrale de l'île jusqu'à ce qu'il comprît quelque 5 hectares.

Il y a dans le jardin trois allées principales: la «Terrasse du Haut», mesurant environ 275 m, dirigée est-ouest, près du haut du jardin; la «Grande Avenue» parallèle à la précédente en sol plat, au bas du jardin et la «Terrasse du Milieu», troisième parallèle entre les deux autres et un peu plus courte. Il y a différents chemins et escaliers réunissant les trois. La voie transversale principale s'appelle « Escaliers de Neptune» et conduit directement d'une vieille statue de Neptune (figure 5) sur la Terrasse du Haut, à la Grande Avenue du bas, distante d'environ 70 m, et ensuite, environ 65 m plus loin, à l'ancien brasier du phare d'une autre île (St Agnes), maintenant érigé près du mur sud du jardin de Tresco. Non loin de ce mur, un petit peu plus à l'ouest, il y a une véranda appelée « Valhalla» car elle contient environ 70 anciennes figures de proue ou autres reliques de bateaux naufragés près des îles (figure 3).

Ces épaves rappellent, d'une façon tragique, que le grand ennemi aux îles Scilly est le vent. Les orages y sont parfois très violents. Pendant l'hiver 1929–30, par exemple, ce n'est pas moins de quatorze fois que le vent a dépassé 130 km/h. La température, cependant y est douce et très égale, généralement entre 4°C et 16°C. Il y a 250 mm de pluie de moins dans l'année qu'à Penzance, en Cornouailles, à environ 65 km, la moyenne de Tresco étant de 820 mm. En ce qui concerne le sol, c'est un mélange léger de sable et de tourbe qui devient très sec en été.

Dès le début, le jardin de Tresco n'a ressemblé à aucun autre jardin des Iles Britanniques. Augustus Smith a bien utilisé les rochers et les grandes pierres de l'île et a éclairé son jardin avec des masses de mésembryanthèmes dont il avait des vingtaines de variétés: ses «plantes magnétiques» comme il les appelait, avec leurs feuilles épaisses et succulentes et leurs fleurs étoilées, grandes ou petites, rouges ou pourpres, blanc étincelant ou

jaune brillant. Deux citations de lettres écrites en 1858, donnent une image du jardin, l'une en hiver et l'autre en été.

> 3 *Janvier* 1858. Mon jardin a bénéficié de cet hiver doux; il se couvre de fleurs merveilleuses et éclatantes; les *Veronica Andersonii*, les corrées, les fuchsias, les genêts et surtout les *Acacia lophantha* sont couverts de fleurs; un de ces derniers, en particulier, qui n'a pas moins de 3½ m de haut et autant de large, le long de la Grande Avenue a l'air d'une peinture; les sédums également, avec leurs grandes pyramides de fleurs jaunes dont chacune est presqu'aussi grande que ma lampe de bureau, sont très ornementaux . . . et une certaine quantité de mésembryanthèmes sont également en fleurs.

> 1 *Juin* 1858. Mon jardin étincelle de fleurs, surtout de géraniums; il en est mort moins que d'habitude pendant l'hiver, et des parterres entiers d'*Unique*, en particulier, et d'autres espèces, ne font qu'une masse de fleurs; . . . Les *Dracaena indivisa* sont de plus en plus parfaits; la fleur n'a rien de très remarquable, mais une masse de tiges blanches, légères comme des plumes couronne leur sommet; la fleur est blanche; . . .

En 1872 Thomas Algernon Dorrien Smith, lieutenant au Dixième Hussard, succéda à son oncle Augustus Smith.

C'est Thomas Algernon qui le premier cultiva dans les îles des narcisses pour la vente, industrie qui s'est avérée la plus rémunératrice de toutes les industries des îles. Il trouva le « Scilly White » et le « Soleil d'Or » qui poussaient parmi les ruines de l'abbaye. Peut-être avaient-ils été introduits par les moines. Pour faire une expérience, il persuada Mr Trevellick, qui avait une ferme à St Mary d'envoyer quelques fleurs au marché de Covent Garden à Londres. Il les mit dans un carton à chapeaux et réalisa, sur ces fleurs, un bénéfice d'une livre. La première exposition de fleurs qui s'est tenue dans les Iles Scilly eut lieu le mardi 30 Mars 1886 et Thomas Algernon y montrait jusqu'à 160 variétés de narcisses, sur un tapis de mousse verte.

Pendant ce temps, Mr Dorrien Smith avait développé le jardin de l'abbaye. Il découvrit que *Pinus radiata* (*insignis*) résistait mieux au vent que *Cupressus macrocarpa* et réalisa une ceinture abritée sur la face sud-ouest de la colline de Tresco. Les plantes, dans le jardin, continuaient à fleurir et devenaient de plus en plus grandes. Certaines, qu'Augustus n'avait jamais vu fleurir s'épanouirent dans les années 1870–80. *Furcraea longaeva* fut l'une des plus étonnantes. D'une base semblable à un yucca monte une très grande tige avec des branches élancées portant des fleurs crèmes en forme de cupules. *C. macrocarpa*, le long du chemin de l'Abbaye, forma une haie énorme d'un vert splendide et inhabituel, haute de quinze mètres qu'il fallait passer chaque année quinze jours à tailler.

Thomas Algernon est mort en 1918 et le propriétaire actuel, son fils aîné, le Major Arthur Dorrien Smith lui succéda. Le Major avait déjà laissé sa marque dans le monde de l'horticulture, en faisant connaître la plus fine des oléaires, originaire des îles Chatham, *O. semidentata*, avec ses grandes et jolies fleurs pourpres, ressemblant à des marguerites. Il avait beaucoup voyagé à travers l'Afrique du Sud, l'Australie et la Nouvelle-Zélande et avait envoyé ou rapporté à Tresco quantité de semences et de plantes de différentes espèces.

Sir Arthur Hill, le dernier directeur de Kew, a publié dans le *Kew Bulletin* une courte description du jardin (1920, No. 5). Il a mentionné différentes espèces d'acacias, de mélaleuques, d'hakés, de *leucodendron argenteum*, d'*araucaria excelsa* et les mésembryanthèmes et pélargoniums de couleurs et de tailles variées fleurissant comme dans leur pays d'origine. Puis Sir Arthur conclut en décrivant le jardin comme « un capital impérial de grande importance pour les botanistes anglais qui font des travaux sur les ressources botaniques de l'Empire britannique ».

Environ neuf ans plus tard, en Décembre 1929, le jardin a été dévasté par une effroyable tempête. Le mercredi la vitesse du vent de sud-est était de 150 km/h; le vendredi la vitesse du vent de sud-ouest était de 177 km/h et le dimanche la vitesse du vent de nord-ouest était de 146 km/h. Pendant cinq jours la vitesse du vent n'est pas tombée au-dessous de 112 km/h durant plus de huit heures. Le Major et Mrs Dorrien Smith étaient en Angleterre à ce moment, et quand ils finirent par atteindre l'île, dans un torrent de pluie, ils ne purent presque pas trouver leur route. Les chemins étaient bloqués ou effacés; les arbres déracinés s'étaient brisés sur les buissons et les plate-bandes, et le sol était jonché d'une couche épaisse de branches et de débris. Même les chênes verts avaient perdu leurs feuilles. Heureusement la renaissance du jardin fut beaucoup plus rapide que l'on n'avait osé l'espérer.

En 1935 on a commencé à compiler, dans une liste officielle, le nom des plantes cultivées dans le jardin. Les spécimens les plus intéressants sont les suivants:

Acacias: 39 espèces.

Agaves: 69 espèces, principalement du Mexique.

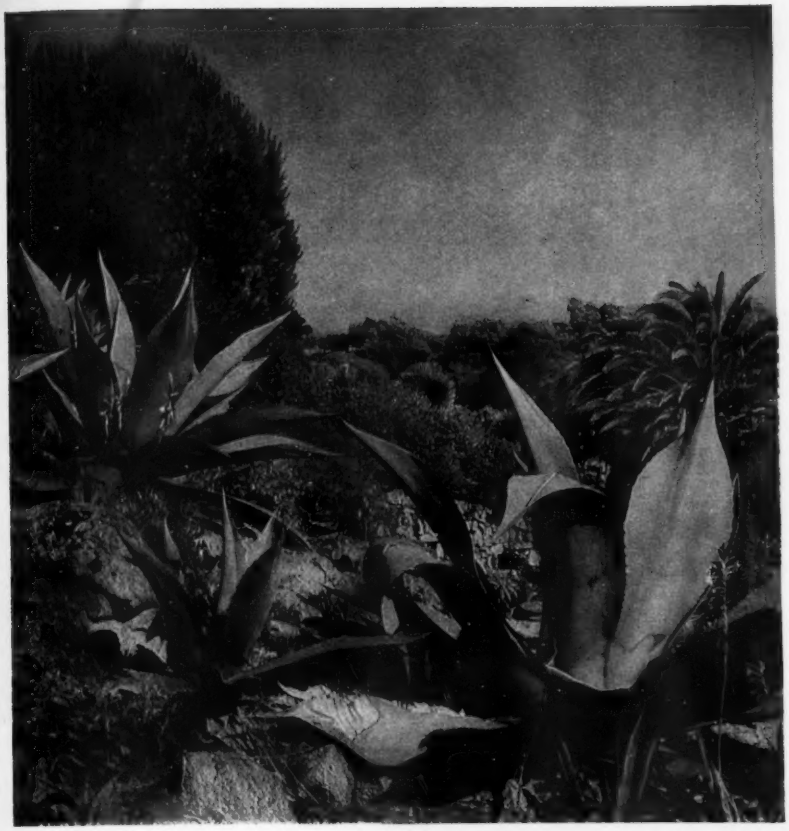

FIGURE 1 – Agave applanata, *avec* Phoenix canariensis *à l'arrière-plan, à gauche.*

FIGURE 2 – *Figuier d'Inde* (opuntia occidentalis) *sur la Terrasse du Milieu.*

FIGURE 3 – *Figures de proue de « Valhalla ».*

FIGURE 4 – *Nénuphars sur la Terrasse du Milieu.* Watsonia beatricis *au premier plan.*

FIGURE 5 – *Les escaliers de Neptune bordés par* Dasylirion acrotriche.

FIGURE 6 – *Polyanthus roses, véroniques et fuchsias sur les arcades de l'ancienne abbaye.*

Aloès: 60 espèces.
Cistes: au moins 15 espèces.
Coprosmes: 12 espèces comprenant le *Baueri* avec ses belles feuilles épaisses et brillantes.
Cytises: 21 espèces.
Echium: 7 espèces.
Eucalyptus: 29 espèces.
Fuchsias: 28 espèces, parmi lesquelles *cordifolia*, *fulgens*, *splendens*, *triphylla* et des variétés de jardin.
Hédichées: 8 espèces comprenant *coronarium* et *Gardnerianum*.
Leptospermes: 11 espèces comprenant l'arbre à thé d'Australie (*L. laevigatum*).
Mésembryanthèmes: 153 espèces.
Métrosidéros: *Diffusa*, *lucida*, *robusta*, *tomentosa*.
Oléaires: 33 espèces.
Opuntias: (figuier d'Inde): 14 espèces.
Pélargoniums: 159 espèces et variétés distinctes, formant de très beaux groupes dans tout le jardin. Beaucoup ont des feuilles parfumées.
Pittospores: au moins 18 espèces.
Rhododendrons: 135 espèces comprenant *Dalhousiae*, *Veitchianum*, etc.
Seneçons: 34 espèces comprenant *grandifolius*, *Kirkii*, etc.
Véroniques: 62 espèces.

Il y a aussi beaucoup de cactées et de plantes grasses, « bottle brushes » et protéacées.

Pendant de nombreuses années, un des plus beaux spectacles du jardin était formé, au mois de juillet, par les taches pourpres de fins et nombreux arbres, *Metrosideros tomentosa*, ressemblant de la mer à des brasiers. Ces arbres ont été brûlés par le froid au moment des gelées inhabituelles du début de 1947. Quand la gelée vint, en Janvier, le jardin était égayé par les épis rouges de nombreux aloès. Ils furent aussitôt détruits. Les grands bouquets délicats de *Sparmannia africana* étaient en pleine floraison et leurs fleurs blanches avec leurs étamines dorées se desséchèrent aussi. La plupart des plantes de Tresco, cependant, même très endommagées n'étaient pas tout à fait mortes. Peut-être que les deux pertes les plus notables furent le karaka et le puka, tous deux originaires de la Nouvelle-Zélande, sur la Grande Avenue. Les immenses feuilles vertes et brillantes du puka manqueront beaucoup. Dans l'ensemble, cependant, les dégâts furent remarquablement réparés; et quand je suis allé dans le jardin au début de Juin 1948, j'ai été ravi de le retrouver toujours aussi joli et gracieux. Une demi-douzaine de puyas dressaient leurs énormes épis d'un jaune vert; la tête des dracénacées était pleine de fleurs; on aurait dit une dentelle délicieusement parfumée et les bouquets de mésembryanthèmes éblouissaient les yeux.

Les photographies en couleur donnent une idée exacte de l'apparence sub-tropicale du jardin. La figure 1 montre quelques-uns des grands agaves d'Amérique et il faut imaginer avec eux les aloès africains dont les épis rouges égaient le jardin en Janvier. Sur la droite de l'illustration, à l'arrière plan on voit l'un des magnifiques palmiers des îles Canaries dont plusieurs ont été plantés en 1908. Leurs feuilles géantes s'élèvent d'un seul tronc sur lequel se hérissent les restes de feuilles tombées. Dans les interstices ainsi formés, poussent différentes petites plantes sauvages: véroniques, *Pittosporum*, et la plus étrange de toutes, *Metrosideros tomentosa*.

Les *Dasylirion* de la figure 5 sont des plantes raides du désert du Mexique avec d'étroites feuilles aux bords épineux. Ils ont subi sans sourciller la gelée de 1946–7 et pendant l'été suivant, dans une autre partie du jardin, un Dasylirion a lancé, d'une façon étonnante, un grand épi de fleurs verdoyantes.

Le *Watsonia Beatricis* de la figure 4 avec ses riches fleurs d'un rouge abricot est l'un des nombreux Watsonias du jardin. Ce sont des bulbes de l'Afrique du Sud fleurissant en été, ressemblant à d'aristocratiques glaïeuls.

Les fuchsias et les véroniques de couleurs variées et brillantes (figure 6) contribuent, pour une grande part, à donner son caractère au jardin. Une espèce de véronique, avec d'attrayantes fleurs bleues et blanches s'appelle, en hommage au Major, *V. Dorrien Smithii*. Les espèces de Nouvelle-Zélande appelées communément véroniques, doivent s'appeler maintenant *Hebe*. On voit l'une d'elles: *Hebe Dorrien Smithii*.

Le dévouement à l'intérêt général montré par la famille qui a développé et soigné ce jardin botanique unique, pendant plus de cent ans, lui fait pratiquer une généreuse hospitalité. L'avis composé par Mr Augustus Smith peut toujours se lire sur une ardoise placée à l'intérieur de la grille au bout de la route de l'Abbaye:

> Tous les habitants de l'île sont les bienvenus dans ces jardins, mais ils sont priés de rester dans les allées principales et de ne pas s'approcher de la maison plus près que la terrasse qui se trouve en avant et au-dessous d'elle, et de s'abstenir de cueillir des fleurs ou des fruits, de griffonner des sottises et de commettre de petits dommages de cet ordre. Entrez donc, si vous en avez envie et soyez les bienvenus.

La science dans la recherche criminelle

H. S. HOLDEN

La science est un facteur important et souvent indispensable de l'enquête policière. Les méthodes et les procédés utilisés n'ont, en soi, rien de nouveau et sont déjà familiers à tous les hommes de science. L'intérêt du sujet réside dans leurs applications particulières. Le Docteur Holden — du laboratoire de la police métropolitaine à New Scotland Yard — en examinant en détail des cas spécifiques, montre de quelle façon l'enquête scientifique permet de résoudre des problèmes criminels apparemment insolubles.

Bien que la police eût, depuis longtemps, employé des méthodes à caractère scientifique: observation précise, corrélation des éléments connus, formulation de conclusions logiques, par exemple, l'utilisation en Grande-Bretagne des connaissances spéciales des hommes de science était longtemps demeurée relativement restreinte, sauf pour quelques cas bien définis.

Comme on aurait pu le prévoir, le médecin légiste fut le premier spécialiste scientifique dont la police utilisa les compétences. On reconnaissait comme indispensable sa collaboration dans tous les cas désignés généralement sous le nom d'attentat contre l'individu, tels les délits de violence et toute la gamme des crimes sexuels. Il était inévitable qu'au nombre de ces crimes figurassent des empoisonnements: l'analyse des organes et des sécrétions nécessitait alors la coopération du toxicologue.

C'est avec la publication, en 1848, du *Handbook of Poisons*, par Taylor, que l'étude des poisons s'appuya pour la première fois sur des bases solides; depuis lors, le toxicologue a développé, par perfectionnements successifs, des techniques qui lui permettent d'isoler et d'identifier les poisons et d'en déterminer la quantité totale présente dans l'organisme soumis à son examen, même lorsque cette quantité est infime. Bien entendu, la toxicologie n'est qu'une branche scientifique hautement spécialisée, et au cours des vingt-cinq dernières années la police a pu utiliser avantageusement les services d'autres experts, non seulement dans les enquêtes sensationnelles, mais également pour les constatations de délits courants tels bris de clôture, larcins, contrefaçons, accidents de la circulation, etc.

En Angleterre, l'emploi de la science dans l'enquête criminelle se répandit surtout avec la création de petits laboratoires par les polices municipales. Ces laboratoires firent œuvre admirable de pionniers en prenant pour expert-conseils les membres du personnel scientifique des universités, des collèges et des écoles professionnelles locales. Pourtant, les régions desservies étaient forcément limitées, et la nécessité de développer un service technique capable de couvrir l'ensemble du pays se fit de plus en plus évidente.

Les délibérations d'une commission ministérielle, nommée en 1935, eurent pour résultat l'établissement, sous contrôle du ministère de l'intérieur, d'un réseau de laboratoires régionaux de science légale, couvrant l'ensemble des territoires d'Angleterre et du pays de Galles. Celui qu'utilise la police du secteur de Londres et du sud-est de l'Angleterre est situé à New Scotland Yard.

Le personnel et l'appareillage de chaque laboratoire doivent permettre l'examen de la plupart des pièces soumises par les enquêteurs. On prévoit cependant de faire appel aux connaissances d'experts étrangers au service, notamment de médecins légistes spécialisés, lorsque l'instruction d'un crime requiert leur collaboration. Un officier de liaison, généralement officier supérieur de la police, possédant des connaissances scientifiques approfondies et capable de donner conseil à ses collègues pour le choix et l'empaquetage des pièces destinées au laboratoire, entretient des relations étroites et amicales entre les diverses polices régionales. A Londres et dans certains centres de province sont organisés, sous l'égide du gouvernement, des cours professionnels de police où les agents de la sûreté apprennent de façon systématique les divers cas dans lesquels ils devront faire appel au laboratoire. Les leçons, données par les officiers de liaison et les spécialistes, sont suivies de démonstrations pratiques et de discussions, et fournissent le moyen de créer des rapports étroits entre les enquêteurs et le personnel scientifique. Des entretiens officieux sur les cas récents et des visites au laboratoire, où il peut suivre le cours des recherches, permettent également au policier de réaliser pleinement le rôle que

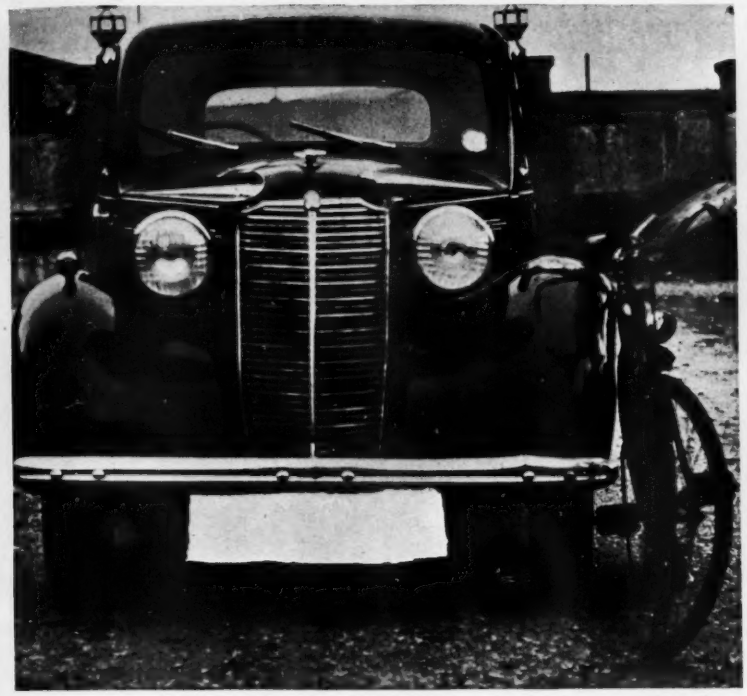

FIGURE 1 – *On soupçonne que la voiture ci-dessus a causé la mort accidentelle d'un cycliste. L'aile avant gauche est endommagée et une bonne partie de la peinture enlevée.*

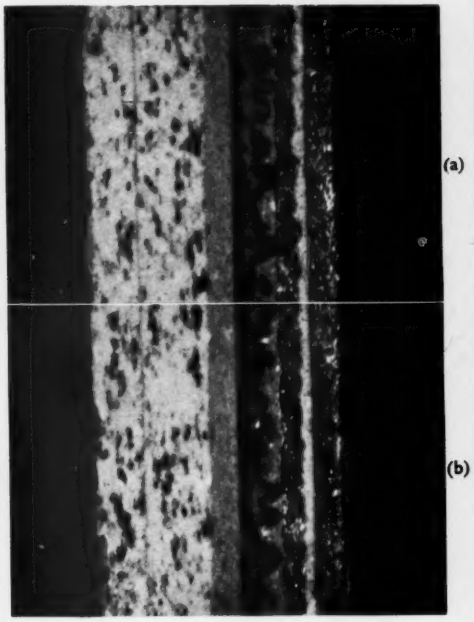

FIGURE 2 – *Le garde-boue endommagé de la voiture (figure 1) a été repeint à maintes reprises, comme le montre la photographie, très agrandie, du profil de la peinture* (a). *En* (b) *profil d'un éclat de peinture cellulosique noire ramassée sur le lieu de l'accident. L'ordre des couleurs et l'épaisseur des couches est identique en* (a) *et* (b).

peut jouer dans la recherche criminelle l'examen scientifique des pièces à conviction. L'expérience a montré que la plupart des cas étaient du domaine de la chimie ou de la biologie, quoique, de temps à autre, l'aide du physicien ou du géologue s'avérât indispensable.

Etant donnée l'ampleur de son sujet et ses nombreux rapports avec les autres branches de la science, le chimiste joue nécessairement un rôle primordial. L'examen toxicologique exige non seulement la connaissance des méthodes d'analyse complexes et délicates, et celle de tous les poisons organiques et inorganiques, mais la capacité d'identifier toutes sortes de drogues, entre autres les nombreux produits organiques synthétiques si importants du point de vue médical. D'autres examens nécessiteront une connaissance aussi étendue des matières colorantes, des pigments utilisés dans les peintures et les encres, des cosmétiques et autres produits du même genre. Dans les cas d'incendie volontaire, la capacité d'identifier tous les matériaux inflammables, les explosifs et leurs résidus est indispensable. Enfin, il est clair que la recherche exigera souvent la connaissance des méthodes spectrographiques et des divers procédés d'examen aux rayons X, ultraviolets et infra-rouges. On prend soin que les membres du personnel scientifique des laboratoires régionaux soient spécialisés les uns dans la chimie des colorants, les autres dans celle des explosifs et des substances inflammables, d'autres encore dans celle des poisons et des drogues, ou dans toute autre branche de la chimie susceptible de trouver son application dans l'enquête policière.

La variété des matériaux soumis à l'examen du biologiste est également considérable. Citons, par exemple, l'identification d'échardes et de sciure de bois, de fragments animaux et végétaux, des constituants indigérés de produits alimentaires, des poils de divers animaux, des fibres textiles, des taches de sang, des taches séminales, des parasites animaux et végétaux, etc. Un travail de ce genre nécessite une collection importante de spécimens et fréquemment, le développement de

FIGURE 3 – *Un éclat de peinture cellulosique ramassé sur la scène de l'accident s'ajuste exactement sur l'aile endommagée.*

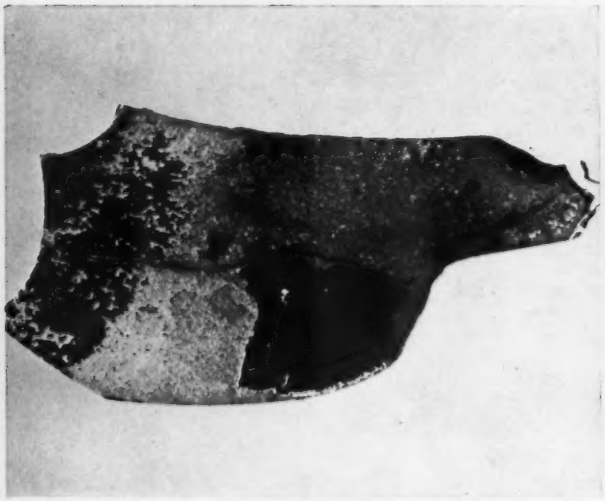

FIGURE 4 – *On aura pu voir, sur la figure 3, une marque circulaire foncée, sur le métal nu du garde-boue. Cette marque s'accorde exactement avec celle qui se trouve sur la face inférieure d'un autre fragment de peinture (celui de haut sur cette figure) également ramassé sur le lieu de l'accident.*

FIGURE 5 – *L'éclat de peinture ci-dessus a été relevé sur le vêtement du cycliste. On le voit ici à la place qu'il occupait probablement sur l'aile de l'automobile. Une des arêtes s'ajuste partiellement, et la comparaison des éraflures et l'analyse spectrographique permettent l'identification certaine.*

techniques particuliéres pour l'examen et la comparaison des dètails. Enfin, une connaissance approfondie de la morphologie, de l'œcologie et de la taxologie animale et végétale est toujours utile à l'enquête.

D'une façon générale, on peut dire que l'objet de l'examen au laboratoire des pièces soumises par les officiers qui mènent l'enquête est d'établir un rapport entre un suspect, le véhicule utilisé par lui, les instruments en sa possession, et la scène du crime — ou de découvrir comment il a gagné cette scène ou s'en est éloigné. Ou bien encore, de vérifier l'exactitude des déclarations faites par les personnes en cause. L'examen scientifique peut non seulement compléter une série de preuves contre un suspect ou démontrer la fausseté de ses déclarations, mais également l'innocenter et prouver la véracité de ses dires.

L'examen de laboratoire a toujours pour objet d'enregistrer impartialement les faits et d'en tirer la conclusion logique. La défense est autorisée à prendre connaissance des constatations, que la police lui soumet à chaque fois qu'elles sont susceptibles de l'aider. D'ailleurs, un expert au service de la défense reçoit toute facilité, s'il offre les garanties suffisantes, pour examiner librement les pièces soumises au laboratoire et rendre compte du résultat de ses recherches à ses clients.

Le meilleur moyen de mettre en lumière cet aspect des travaux de laboratoire, est de relater quelques cas typiques, et c'est dans ce but que nous avons choisi les exemples suivants, dans lesquels nous allons tenir compte et des données fournies par les enquêteurs, et de celles résultant de l'examen au laboratoire.

1er CAS

Par une nuit sombre de Novembre, une jeune femme, rentrant de bal, regagnait son logis dans un faubourg d'une petite ville. A quelque distance de la salle de danse, un soldat l'aborda; elle feignit de l'ignorer et poursuivit son chemin. Aussitôt après, elle entendit des pas derrière elle, un bras se jeta autour de son cou, et deux coups violents lui furent assénés, l'un à la tête, l'autre à l'omoplate. Elle frappa aveuglément avec la lampe de poche qu'elle avait en main et l'entendit heurter un objet métallique qu'elle crut être un bouton ou une boucle de ceinture. Cela eut pour effet de prévenir de nouvelles voies de fait, et elle se mit à courir vers son habitation, où l'on s'aperçut qu'elle avait été poignardée à la tête et dans le dos. On fit venir le médecin, et on informa la police. Au delà de la ville se trouvait un emplacement de canons anti-aériens. Etant donné qu'un militaire était en cause et que l'emplacement se trouvait sur la route prise par la jeune femme, on vérifia les allées et venues des soldats en permission de nuit. L'uniforme de l'un des hommes interrogés portait plusieurs marques sombres et visqueuses semblables à des taches de sang, et comme il n'en pouvait fournir une explication satisfaisante, on l'arrêta. Le lendemain matin on inspecta le lieu de l'attaque où l'on trouva un petit couteau dont la lame, en dents de scie, était brisée. Un deuxième morceau ramassé sur le terrain s'y raccordait et provenait sans aucun doute du même couteau. On soumit au laboratoire le manteau de la victime, d'un tweed grossier verdâtre, sa blouse de rayonne rose, sa lampe de poche, la tunique et les pantalons du soldat et les deux morceaux du couteau brisé. La blouse, comme le manteau, portait une entaille nette au niveau de l'omoplate droite, et tous deux étaient ensanglantés. L'examen révéla que le sang appartenait au groupe AB. Les taches de l'uniforme étaient également dues à du sang humain du même groupe, et d'origine récente. L'examen détaillé du couteau permit de constater que l'extrémité était couverte de sang sur les deux faces, et que ce sang appartenait également au groupe AB. Il révéla également la présence, dans les dents de la lame, de nombreuses fibres. La majorité de ces fibres étaient des fils de laine de diverses teintes de jaune et de brun, quelques-uns rouges, et correspondaient exactement aux fils prélevés sur l'uniforme du suspect. De plus, on remarquait, près de l'extrémité de la lame, d'autres fils de laine qui concordaient avec ceux du manteau de la victime, et des filaments de viscose roses, semblables à ceux de sa blouse. Conclusion logique: le couteau était bien l'arme utilisée, et il avait bien appartenu à un militaire. On examina ensuite l'uniforme du suspect, et l'on trouva, sur la manche gauche, d'autres fils de laine correspondant à ceux du manteau de la jeune femme, ainsi que des cheveux identiques aux siens. On était donc en présence d'un soldat dont les vêtements portaient — entre autres signes de contact — des taches de sang du même groupe que celui de la victime, et qui, en toute probabilité, avait regagné le camp en suivant la même route qu'elle.

La dernière constatation faite au laboratoire concernait la lampe de poche. Le boitier nickelé portait une bosselure rectiligne et l'on trouva des traces de nickel au niveau de rupture de la fraction de lame attenant au manche du couteau. Il est très probable qu'en frappant avec sa lampe, la victime avait heurté et cassait la lame, tandis que d'un second coup elle forçait l'assaillant à lâcher le couteau et rayait la lampe sur la lame brisée. Le soldat fut inculpé, jugé, reconnu coupable et condamné à la prison.

2e CAS

Le cas suivant est particulièrement intéressant en ce qu'il montre de quelle façon l'examen de laboratoire peut permettre d'associer deux délits sans relation apparente.

Un inconnu vola, à la faveur de la nuit, une automobile, dans un garage du pays de Galles. On découvrit le vol presque immédiatement et on le signala à la police, qui fit circuler la marque de la voiture, son numéro de matricule et autres détails pertinants. On retrouva le véhicule réservoir vide la même nuit dans un faubourg de la ville, mais on chercha en vain à y relever des empreintes digitales. L'inspecteur de police qui menait l'enquête remarqua pourtant, sur le tapis de la voiture, une quantité appréciable de sciure de bois. On recueillit cette sciure, et l'examen au laboratoire révéla qu'il s'agissait de sciure de pin sylvestre probablement la plus abondante et la plus commune en Grande-Bretagne. Cependant, parmi les déchets de bois se trouvaient de nombreux fragments très petits, minces et irréguliers, d'une matière végétale brune semblable, à première vue, à des déchets de cigares. L'examen plus minutieux montra qu'il s'agissait de peaux de pommes de terre nouvelles. L'enquête amena l'arrestation de deux adolescents, et l'on trouva dans leurs souliers et les revers de leurs pantalons de la sciure contenant les mêmes déchets végétaux insolites. D'autres informations permirent d'établir leur culpabilité dans le vol de l'automobile. Entre temps, la police était informée du cambriolage d'un magasin coopératif où l'on avait volé divers articles et l'argent du tiroir-caisse. Le plancher était recouvert de sciure de bois de pin qui contenait des peaux de pommes de terre nouvelles provenant d'un coffre où l'on avait vidé des sacs. On inculpa les suspects du vol de la voiture et du cambriolage: ils plaidèrent coupables.

3e CAS

Une voiture de police en patrouille arrêta une nuit, pour contrôle routinier, sur une grand'route du sud, un camion qui se rendait vers Londres et qui transportait des caisses à clair-voie contenant des poulets vivants. Le chauffeur, qu'accompagnait un autre homme, donna la race des volailles et déclara les avoir achetées chez un marchand d'une ville de la côte sud, dont il fournit le nom et l'adresse. Ses papiers étant en ordre, on l'autorisa à poursuivre sa route. Le lendemain, la police annonçait le vol de cent douze poulets chez un éleveur du sud. Après qu'un triple fil de fer barbelé galvanisé eut été sectionné et recourbé, un camion était entré dans l'enclos où les volailles étaient au gîte. Le seul indice laissé par les larrons était un morceau de planche rugueuse d'environ 12 cm de longueur. La police repéra le marchand chez lequel le chauffeur de camion avait dit, la nuit précédente, avoir acheté les volailles, qui s'avéra n'être qu'un négociant en gros de fruits et légumes. Il déclara qu'un individu lui avait bien rendu visite la veille dans l'après-midi et lui avait demandé des planches provenant d'une caisse de fruits vide, pour réparer des cageots endommagés. Le marchand ne lui avait vendu aucun poulet. Pendant ce temps, la police se rendait à l'adresse fournie par le chauffeur et recueillait des fientes et des plumes sur le camion où elle trouva également une paire presque neuve de fortes pinces à fil de fer. Les volailles avaient disparu, mais on put retrouver la trace de quatre d'entre elles. L'acheteur avait, par chance, conservé les jabots et les gésiers, que l'on soumit au laboratoire avec la fiente et les plumes, les cisailles, des morceaux de fil de clôture et des échantillons de la pâtée et du silex que le fermier donnait à ses poules. La pâtée était à base de blé, d'orge et de son, auxquels était incorporée une petite quantité de tourteau, lui-même composé de graines broyées et d'huile de palme. On retrouva dans les jabots et dans la fiente des traces de tous ces aliments—mélange d'ailleurs peu commun. Les gésiers contenaient des grains de silex semblables aux échantillons soumis par l'éleveur. Le marchand de comestibles identifia le morceau de planche ramassé dans la basse-cour comme provenant d'une de ses caisses à fruit, et enfin, en plus des traces de zinc sur les lames des cisailles, on retrouva sur les extrémités sectionnées du fil de fer la marque de toutes les petites irrégularités de ces lames. On fit part à la cour de toutes ces constatations lorsque le chauffeur du camion comparut devant le tribunal, et il fut inculpé.

4e CAS

L'un des problèmes journaliers les plus communs que la police ait à résoudre est celui des accidents dans lesquels un automobiliste prend la fuite après avoir tué ou grièvement blessé un piéton. Le cas décrit ci-après en est un exemple typique.

Au crépuscule d'un jour d'automne, sur une grand'route d'Angleterre, un automobiliste renversa et blessa mortellement un cycliste, mais ne s'arrêta pas. La bicyclette, sérieusement endommagée, suggérait un rude impact, ce que confirma la découverte, sur le lieu de l'accident, d'un phare d'auto et de quantité d'éclats de peinture cellulosique noire. On retrouva la voiture en question: le phare gauche manquait et l'aile avant gauche, sérieusement éraflée et bosselée, avait perdu une grande quantité de peinture. La figure 1 montre, en partie, les dégâts subis par la voiture et la bicyclette. La police ramassa des éclats de peinture sur la scène de l'accident et les soumit, avec l'automobile et le vélo, au laboratoire, qui examina également des échantillons du sang et des cheveux de la victime, ainsi que ses vêtements, ses chaussures, son col et sa cravate. L'inspection de la voiture révéla nombre de détails significatifs. Un chiffon, enroulé autour des câbles du phare manquant, portait des taches brun-rougeâtres, et des cheveux y étaient collés. On trouva, sur le rebord de l'angle inférieur gauche du pare-brise, des fils dont la couleur bleue se mariait avec celle de la cravate de la victime.

Ces découvertes ne furent pourtant d'aucune utilité: les marques brunes du chiffon étaient des taches de peinture, les soi-disant cheveux provenaient

d'un animal, et les fibres bleues étaient de l'acétate de cellulose, tandis que la cravate était en laine. La seule trouvaille d'importance était une petite écaille de peinture noire recueillie sur les vêtements du cycliste et portant des éraillures plus ou moins parallèles. D'après des mesures minutieuses, l'aile avant de la voiture avait dû heurter la pédale extérieure de la bicyclette et la monture métallique de la selle avait très probablement bosselé la partie supérieure du garde-boue. Des traces, sur le capuchon de la pédale et sur les ressorts de selle, de peinture cellulosique similaire à celle de l'aile de l'automobile, semblaient corroborer cette interprétation.

Evidemment, c'était l'examen détaillé des éclats de peinture trouvés sur le lieu de l'accident et leur comparaison avec celle restant sur la voiture, qui présentait le plus d'intérêt. La figure 2*a* montre une microphotographie, de profil, d'un fragment de peinture prélevé sur le garde-boue, et la figure 2*b* celle d'un éclat ramassé sur la route. Bien que l'on n'ait pas reproduit ici la couleur, les caractéristiques de chaque couche et l'épaisseur totale sont en conformité frappante. De toute évidence, les ailes avaient été repeintes plusieurs fois, et l'addition de peinture sur une couche qui n'avait pas eu le temps de sécher complètement avait amené un ridement de la surface. Les résultats de l'analyse spectrographique des deux échantillons étaient identiques.

A la suite de recherches minutieuses, on retrouva sur la route un petit éclat de peinture qui s'accordait exactement avec ceux qui étaient restés attachés à l'aile. La figure 3 montre le raccordement et met en évidence immédiatement à droite une marque circulaire sur le métal nu. La figure 4 montre la juxtaposition de l'éclat ci-dessus et d'un autre fragment de peinture ramassé sur la route. Tous deux sont photographiés par en-dessous et l'on note, sur la face inférieure de l'éclat du haut, la même marque circulaire que sur l'aile. Preuve était donc faite que l'automobile en question avait bien été endommagée sur la route, au lieu même de l'accident.

On examina ensuite l'éclat de peinture trouvé sur le vêtement de la victime. La figure 5 montre un agrandissement de cet éclat, à la place qu'il occupait probablement sur l'aile de la voiture. L'une des arêtes s'accorde exactement, et la concordance des éraflures et des craquellements de la peinture, en sus des résultats de l'analyse spectrographique, prouvent qu'il provient indubitablement de ce même garde-boue. L'analyse de la peinture relevée sur le capuchon de la pédale et sur la monture de selle complétèrent le travail du laboratoire. Le tribunal posa en principe que la preuve que la voiture avait causé la mort du cycliste était concluante.

Les exemples ci-dessus, quoique suffisants pour donner une idée du travail routinier dans un laboratoire de science légale, ne représentent pourtant qu'une partie de ses activités. Les divers services gouvernementaux prennent souvent conseil auprès des membres du personnel scientifique et font appel à eux pour certains travaux dans lesquels leurs connaissances spécialisées et leur expérience peuvent être utiles. Ces spécialistes doivent se tenir au courant de toutes les publications récentes et être prêts à envisager l'application à leurs problèmes de toute nouvelle méthode scientifique. Ils sont tenus d'entreprendre des recherches personnelles dans la branche de leur sujet qui les intéresse plus particulièrement, et c'est ce qu'ils font d'ailleurs normalement.

Le laboratoire de science légale n'est pas fait pour celui qui recherche la tranquillité d'une carrière universitaire, ni pour celui qui, par tempérament, préfère l'étude assidue dans une branche limitée de la science. Au contraire, il offre une carrière dont le dur labeur, la curiosité scientifique impulsive et la variété infinie de sujets sont les principaux éléments. Pour le chercheur à qui elle convient, c'est une vie stimulante et pleine de satisfactions.

L'instruction scientifique aux Etats-Unis

F. A. PHILBRICK

Malgré certaines critiques récentes, l'enseignement scientifique aux Etats-Unis est dirigé principalement vers des fins pratiques, et par le fait même la science pure progresse à peine, alors que la technologie marche à pas de géant. Le but de la pédagogie américaine est de présenter les matières nouvelles en tranches séparées que l'on s'ingénie à rattacher aux choses familières. Les écoles et les facultés souffrent de la surpopulation à leurs échelons inférieurs, mais au niveau de la licence elles jouissent de facilités incomparables.

Qu'on l'attribue à une tournure d'esprit commune aux immigrants du nouveau monde ou aux conditions de vie qu'ils y ont trouvées et cultivées, le trait principal du caractère américain est le pragmatisme, ce que nombre d'écrivains ont observé. Ainsi, tout comme cette doctrine est la philosophie fondamentale enseignée dans les universités, de même en pédagogie tout est subordonné à des fins directes et pratiques. En Amérique, l'inclusion de la science dans les programmes d'études s'est faite sans difficulté. L'argent nécessaire à la fondation de laboratoires a été donné généreusement — on en trouve toujours plus facilement pour les bâtiments que pour les gens qui doivent y enseigner — et les résultats tangibles de la science moderne ont revêtu celle-ci d'un prestige énorme en tant que sujet académique. La position du savant dans une université suscite tellement l'envie de ses collègues des autres facultés qu'ils sont tentés de prêter le nom de science à leur branche et de s'intituler savants. Ainsi, un historien qui émigre en Amérique s'apercevra qu'il est devenu un *savant social*, et dans un livre récent un psychologue est allé jusqu'à dire: « Les savants étudient et décrivent les gens et le monde dans lequel ils vivent » — une définition qui pouvait comprendre tous les sujets possibles.

Il y a deux façons possibles d'enseigner les sciences naturelles. La première part des données — celles que les pionniers ont jugées importantes (méthode historique), ou celles qui le sont aujourd'hui — et remonte aux lois de la nature par la méthode inductive. L'autre, à partir des lois, présente les données comme des déductions ou des exemples de leur application. Tandis que la méthode inductive cherche à faire se développer l'esprit de l'étudiant en l'aidant à ordonner des faits, la méthode déductive les lui apporte tout classés. C'est la dernière qui se pratique partout aux Etats-Unis, car les écoles y ont à peine été touchées par le mouvement heuristique qui prit naissance en Angleterre il y a cinquante ans. Ainsi, les lois de la combinaison chimique pourraient être présentées dans un cours de chimie américain comme des déductions de la théorie atomique, et, par tant, la diatomicité de la molécule d'hydrogène, une question épineuse, apparaît comme le produit d'une mystérieuse intuition.

Certes, il y a des sceptiques. Dans un chapitre intitulé « Le Labo d'Ivoire » de son livre brillant et caustique, *Teacher in America* [1], Jacques Barzun dit que la science est la branche la plus mal enseignée de toutes. Il défend la méthode historique d'enseignement et prétend que les collèges sacrifient la formation d'hommes et de citoyens au profit de l'instruction professionnelle des étudiants, et que les méthodes courantes ont produit, parmi les professeurs mêmes, « beaucoup de praticiens bien instruits et absolument incultes ». De son côté, le savant qui a peut-être le plus d'influence en Amérique, le président Conant, de Harvard, demande que les professeurs adoptent à l'égard de leur branche une attitude nouvelle, dictée par une connaissance de l'histoire de la science [2].

Mais ce sont là des voix isolées; en effet, le caractère de la réalisation scientifique américaine résulte de la conception pragmatique de l'éducation scientifique: des résultats incomparables en technologie, mais des apports assez maigres à la connaissance essentielle, voilà qui découle de la nature même de l'enseignement américain. Gorer, dont le livre *The American People* [3] est l'étude la plus pénétrante depuis de Tocqueville, excelle au sujet de la science. Il remarque que les inventions de base comme le radar, la pénicilline ou la propulsion à réaction viennent généralement de l'étranger, mais qu'il n'y a que l'Amérique pour le perfectionnement, l'adaptation industrielle et surtout pour la diffusion. A propos des Américains, Gorer écrit: « Aucune équivoque ne vient troubler leur conception des choses; elle est

FIGURE 1 – *Le Massachusetts Institute of Technology, à Cambridge, Mass.; principaux bâtiments consacrés à l'enseignement, tels qu'on les voit la nuit de la rivière Charles.*

FIGURE 2 – *Le Museum of Science and Industry de Chicago, au bord du lac Michigan, qui reçoit un million et demi de visiteurs par an.*

sereine et confiante, audacieuse et créatrice comme on ne l'a vu ni imaginé dans aucune société du monde. . . Ce génie de tirer bon parti des choses a récemment reçu un nom spécial, le « know-how », et il est considéré à juste titre comme un attribut typiquement américain. » L'admiration vouée à la science la protège jusqu'à un certain point des empiètements d'un de ses grands ennemis, le moniteur d'athlétisme, devant lequel même les présidents de collège doivent s'incliner; d'autre part, la fierté des étudiants et leur intérêt pour un nouveau laboratoire seront à peine moindres que pour le stade.

La pédagogie américaine a recours à deux procédés importants pour présenter les systèmes compliqués de la science à des esprits non exercés. Le premier consiste à établir un lien étroit entre le sujet et les connaissances de l'étudiant. Un Européen qui parcourt un livre de physique élémentaire est frappé du nombre d'illustrations destinées à capter l'intérêt du lecteur, et de la peine prise dans le texte pour rattacher l'inconnu au connu. Evidemment, si l'auteur est maladroit, ce système tourne au verbiage descriptif, mais il est rare par contre de rencontrer en Amérique un texte si pédantesque ou si rigoureusement mathématique que l'exposé en demeure au-delà du niveau d'entendement ou d'attention qu'on peut attendre du lecteur. La prééminence actuelle des Américains en thermodynamique est due en partie à l'illustre exemple de Willard Gibbs, sans doute, mais aussi à l'excellence des manuels qui rappellent sans cesse au lecteur que cette branche de la science a le monde réel pour objet.

Le second procédé pédagogique consiste à subdiviser la matière en parties dont on peut facilement venir à bout. Les auteurs de manuels font montre du même souci, et l'on verra par exemple une discussion sur la respiration, intitulée SECTION 17 en caractères gras. Pour maîtriser rapidement un sujet, il est sage évidemment de l'étudier par tranches et de ne pas en entamer une nouvelle avant d'avoir terminé la précédente, mais la compréhension de l'ensemble risque d'en souffrir quelque peu. L'efficacité de cette méthode fut démontrée pendant la guerre, par la manière réussie avec laquelle le personnel de l'armée fut instruit au maniement et à l'entretien d'appareils scientifiques compliqués. L'idée du procédé a peut-être été inspirée par cet autre perfectionnement technologique typiquement américain, le travail de série, dans lequel un procédé de fabrication est subdivisé en une série d'opérations qui s'effectuent le long d'une chaîne.

Ce morcellement de la matière scientifique est encouragé dans l'enseignement américain par la pratique des *cours* et *mentions*, et par les examens dits objectifs qui sont en vogue actuellement. L'étudiant suit un certain nombre de cours d'une durée d'un an, la Botanique 1 ou l'Analyse Qualitative, par exemple. Lorsqu'il a suivi ce cours avec succès, il reçoit une mention, et quand il a obtenu le nombre requis de mentions il devient licencié et reçoit son diplôme. Lorsqu'un étudiant a réussi un cours, il ne doit plus s'attendre à un examen sur cette matière; en effet, si les examens portant sur une branche entière ne sont pas inconnus aux Etats-Unis, ils sont en tous cas peu courants. Il n'est donc pas étonnant que la dissertation, qui permet de juger si le candidat est capable de coordonner ses connaissances en diverses parties de sa branche, est couramment remplacée aujourd'hui par le questionnaire objectif qui se compose d'une série de questions ayant souvent très peu de rapport entre elles.

Le travail d'équipe et le génie de l'organisation, ces qualités typiquement américaines, libèrent le professeur de science de bien des tâches que son confrère anglais doit accomplir lui-même. Les fonctions du chargé de cours américain se limitent à l'explication du manuel, la surveillance des travaux de laboratoire décrits dans le manuel, et la correction des examens objectifs que le chef du département lui envoie en liasses une ou deux fois par mois. Le travail de classe suit fidèlement, de la première à la dernière page, l'ordre du manuel, toutes les classes terminant la même subdivision le même jour. Dans les grands établissements il est courant que le manuel, rédigé par les professeurs, circule des années sous forme d'une édition reproduite par photographie du texte dactylographié et fréquemment remaniée jusqu'à ce qu'elle soit prête pour l'édition et la vente. Ce système laisse peu d'initiative au professeur, et le contrôle départemental est souvent très strict. Ce genre d'instruction, si efficace qu'il soit, n'est pas plus encourageant pour le professeur que pour l'étudiant, et les professeurs les plus entreprenants, s'ils n'atteignent pas aux postes où ils peuvent contrôler leurs cours, se tournent vers le travail administratif et la recherche.

Les établissements où ces idées sont mises en pratique s'échelonnent depuis les écoles primaires aux facultés académiques et professionnelles des universités, en passant par les écoles supérieures et les collèges; la population tout entière fréquente l'échelon inférieur, tandis qu'il n'en reste qu'une petite fraction à l'échelon le plus élevé. On fait

un grand effort pour choisir les candidats à l'enseignement supérieur d'après leur intelligence et non pas d'après leurs moyens financiers uniquement. En ce qui concerne la science, par exemple, la Westinghouse Corporation inspecte annuellement les écoles supérieures pour s'assurer que les filles et garçons d'avenir sont dûment dirigés vers les universités. Les professeurs américains déplorent la spécialisation précoce pratiquée en Angleterre, et il est tout-à-fait exceptionnel qu'une branche quelconque de la science soit étudiée pendant plus de deux ans à l'école secondaire: presque partout les cours de physique, de chimie et de biologie durent un an, et ils présentent une étonnante uniformité de forme et de fond à travers le pays.

Le vrai problème de l'enseignement supérieur aux Etats-Unis est provoqué par la présence dans les facultés d'une multitude d'étudiants que leur goût ou leur formation a mal préparés à la vie universitaire. Poussées par le généreux désir de rendre l'enseignement supérieur aussi répandu que possible, les facultés ont depuis longtemps ouvert leurs portes à presque tous ceux qui peuvent payer les inscriptions, et, comme le pays est prospère, le nombre des étudiants s'est accru. La plupart des lycées américaines envoient la quasi-totalité de leurs élèves à l'université. Les universités de l'état sont particulièrement vulnérables à l'invasion des incapables, parce qu'elles dépendent presque entièrement des fonds publics et sont donc exposées aux pressions politiques. Certes, la rude discipline des sciences manque d'attrait pour les étudiants frivoles, et les départements de science ont donc moins à souffrir de ce nivellement par le bas dû à un trop grand nombre d'étudiants médiocres, mais les méthodes ont néanmoins été adaptées à leur intention. Il peut y avoir jusqu'à deux cents étudiants aux séances de démonstration qui sont souvent données par le professeur chargé du cours, et le reste de l'enseignement se fait au laboratoire et en petits groupes de discussion dirigés par des assistants: tout étudiant qui suit le cours doit y être présent et ses progrès sont enregistrés au moyen des notes qu'il obtient à de fréquents examens objectifs pendant l'année.

La qualité du travail de certains collèges qui se consacrent spécialement à la science dépasse de loin celle des autres. Au premier rang se situent le Massachusetts Institute of Technology (figure 1) et le California Institute of Technology, dont la faculté a fourni une série remarquable de gagnants de prix Nobel. Les capacités requises pour être admis à ces deux collèges sont très élevées, et chaque année, en juin, les grandes corporations industrielles s'arrachent les heureux licenciés. Il n'y a que peu d'universités moins spécialisées, Harvard par exemple, qui puissent offrir de tels cours de science aux candidats à la licence. Mais, si la plupart des collèges américains qui préparent à la licence brillent surtout par l'efficacité avec laquelle ils administrent l'instruction élémentaire à des multitudes d'étudiants quelconques, nombre d'écoles de licenciés, par contre, sont aussi bonnes qu'ailleurs. Les difficultés qui assaillent aujourd'hui la vie universitaire dans d'autres pays ont poussé vers l'Amérique de brillants professeurs et étudiants étrangers; un jeune licencié désireux de faire de la recherche aux Etats-Unis aurait vraiment de la malchance s'il ne trouvait au moins une université où il pût travailler dans des conditions parfaites sous la tutelle d'un savant ayant une réputation mondiale.

Dans ce court article nous n'avons pu qu'esquisser l'enseignement scientifique aux Etats-Unis, mais nous n'avons pu décrire comme il se doit les grandes écoles de médecine, ou cette institution unique, l'Institute for Advanced Study, de Princeton, dirigée par Robert Oppenheimer avec Albert Einstein à la faculté, ni encore ce musée extraordinaire, le Museum of Science and Industry de Chicago (figure 2). Après avoir examiné des choses spectaculaires comme une mine de charbon de grandeur naturelle en opération, et une femme enceinte en matière plastique transparente, celui qui visite ce musée peut assister à la démonstration d'un appareil sensible tel que l'interféromètre de Michelson. Tout visiteur étranger qui s'occupe de science devrait voir ce musée; il s'apercevra que là et ailleurs les savants font tout-à-fait honneur à la tradition américaine de l'hospitalité, et que les bibliothèques et les laboratoires ouvrent volontiers leurs portes aux savants venant de l'étranger.

BIBLIOGRAPHIE

[1] BARZUN, JACQUES. « Teacher in America ». Little, Brown & Co., Boston, 1945.

[2] Publié en Angleterre sous le nom de CONANT, JAMES B. « On Understanding Science ». Oxford University Press, 1948.

[3] GORER, GEOFFREY. « The American People ». W. W. Norton & Co., New York, 1948.

Les solutions de haut-polymères

A. R. MILLER

Non seulement la théorie thermodynamique habituelle des solutions ne peut expliquer la dissolution des polymères, mais les solutions n'obéissent pas même approximativement aux lois idéales. Aussi, fût-il nécessaire de développer une nouvelle théorie mathématique, qui tient compte des interactions complexes entre polymère et solvant que nous connaissons bien, surtout par les rayons X. La nouvelle théorie est généralement satisfaisante, et on peut attribuer les écarts possibles à des changements de configuration dus à la concentration.

Les solutions idéales obéissent à des lois particulièrement simples. La pression partielle d'un constituant d'un mélange liquide idéal est directement proportionnelle à sa concentration moléculaire. Ainsi:

$$p_i = p_{i,0} N_i \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

ou $p_{i,0}$ désigne la pression de vapeur, à la même température, du constituant pur i; p_i sa pression partielle, et N_i sa concentration moléculaire dans le mélange. Les autres grandeurs physiques dont on peut déduire thermodynamiquement la valeur de la pression partielle, comme la pression osmotique et l'abaissement du point de congélation suivent des lois tout aussi simples. Ces lois donnent le comportement des substances à faible poids moléculaire en solution diluée. La signification quantitative du mot «dilué» dans ce cas, dépend des constituants du mélange considéré. Pour certains mélanges, le comportement restera idéal jusqu'à des concentrations très élevées, pour d'autres, cela n'aura lieu qu'à très basse concentration.

Une étude expérimentale quantitative montre que les solutions de haut-polymères s'écartent considérablement de ces lois simples. C'est un fait d'expérience commune qu'en présence d'un liquide le comportement d'un haut-polymère, comme le caoutchouc naturel, diffère notablement de celui des substances à bas poids moléculaire. Celles-ci se dissolvent rapidement dans des solvants convenables jusqu'à une concentration maximum déterminée. Au contraire, les haut-polymères gonflent d'abord, s'imprégnant de liquide sans se disperser eux-mêmes. Dans un non-solvant, il ne se produit plus rien, mais dans les vrais solvants, le polymère perd graduellement sa forme, et se disperse finalement pour donner une solution. On ne peut expliquer ce comportement par la théorie thermodynamique habituelle des solutions.

Depuis dix ans, on a fait des progrès notables dans l'étude mathématique des molécules polymères, et en particulier en développant la théorie des solutions dont un constituant est un haut-polymère. Dans ce domaine particulier, on a avancé lorsqu'on a réalisé que, dans le langage de la mécanique statistique, on doit traiter un liquide comme un assemblage coopératif. On peut donner ici une indication assez simple de ce que cela entraîne. Dans les applications les plus simples de la mécanique statistique, on peut négliger les interactions entre les atomes ou molécules (appelés plus brièvement «systèmes») qui composent l'assemblage. En pratique, cela veut dire qu'on trouve les propriétés de ces assemblages qui nous intéressent largement indépendantes des interactions entre systèmes composants. Les solutions idéales et les gaz parfaits sont parmi les exemples les mieux connus de cette catégorie. Par exemple, l'utilité de l'échelle de température donnée par un gaz, tient à ce qu'à la limite des basses pressions, le comportement des gaz tend à devenir indépendant des propriétés de tel ou tel gaz particulier — ou, comme nous disons, s'approche de l'état parfait. Il y a d'autres assemblages où il y a un couplage lâche entre les systèmes individuels, mais cette interaction de couplage n'a pas d'effet très profond sur les propriétés de l'assemblage. On peut la considérer comme une perturbation qui ne modifie que peu les propriétés de l'assemblage. On trouve dans cette catégorie, les solutions qui s'écartent légèrement de l'état idéal. Il y a, cependant, d'autres assemblages, où l'état d'un système est affecté profondément par l'état particulier des autres systèmes. Dans ces cas, les interactions entre les systèmes constituants de l'assemblage jouent un rôle fondamental, et influent de façon prépondérante sur ses propriétés. Les milieux ferro-magnétiques, les structures ordre-désordre dans les alliages, les conditions critiques de condensation d'un gaz ou d'une vapeur sur une paroi solide, et les solutions

de haut-polymères sont autant d'exemples d'assemblage de cette espèce.

Avant de formuler le problème physiquement, il est nécessaire d'adopter un modèle physique de l'assemblage, qui le décrive avec assez de précision, tout en restant susceptible d'analyse mathématique. Nous considérons d'abord le cas des liquides, en nous attachant tout particulièrement à utiliser notre modèle physique pour représenter une solution qui contient des haut-polymères. Depuis qu'on a réalisé pour la première fois qu'on pouvait interpréter les diagrammes de diffraction aux rayons X pour obtenir des informations sur la structure des substances, on a examiné beaucoup de liquides de cette façon. Ces études montrent que dans un liquide, il y a un degré élevé d'ordre local entre une molécule et ses voisins immédiats, mais pas d'ordre généralisé comme dans un cristal. Les relations géométriques entre une molécule d'un liquide et celles du voisinage immédiat peuvent se représenter par un indice moyen de coordination. Il y a, autour de cette moyenne, des fluctuations qui, sans trop influencer l'ordre local entre une molécule et ses voisins immédiats, sont néanmoins suffisantes pour détruire l'ordre généralisé. A la lumière de cette représentation, nous pouvons imaginer une distribution quasi-cristalline de sites, où les relations géométriques entre un site et ses plus proches voisins sont définies par un indice moyen de coordination (qui exprime l'ordre local) alors qu'il n'y a pas de relations géométriques régulières entre des sites bien plus éloignés.[1]

Dans un liquide, on peut se représenter les molécules comme distribuées sur un réseau quasi-cristallin de ce genre; c'est la représentation la plus simple qui s'accorde avec les données des diagrammes de diffraction aux rayons X. Ainsi, le modèle utilisable le plus simple pour un liquide non associé, est un amas de sphères serrées les unes contre les autres, non pas étroitement, ce qui correspondrait à un solide cristallin, mais quand même avec un certain degré d'ordre, qui diffère de beaucoup du chaos caractéristique d'un gaz. Ce modèle physique donne aux molécules individuelles une liberté considérable de mouvement, tout en conservant un degré élevé d'ordre local.

Il est immédiat d'étendre ce modèle quasi-cristallisé d'un liquide, au cas des mélanges liquides qui contiennent des haut-polymères. Une molécule de haut-polymère consiste en une unité fondamentale ou motif, qui se répète un grand nombre de fois pour former une molécule complète. Par exemple, il y a dans le caoutchouc un grand nombre d'unités isopréniques, chacune à peu près de la taille, par exemple, d'une molécule de benzène ou de toluène. La «molécule» complète du caoutchouc naturel contient plusieurs milliers d'unités isopréniques, liées ensemble pour former une chaîne. On a dessiné sur la figure 1 un schéma d'unité isoprénique, pour montrer les dispositions relatives des radicaux qui la constituent, de même que l'orientation mutuelle des unités isopréniques consécutives. Le caoutchouc naturel non étiré peut se représenter assez bien par une disposition grossièrement tétraédrique de sous-groupes (ou segments) liés entre eux, avec une distance d'environ 4,4 Å entre les centres de masse des segments voisins. On peut comparer cela au point de vue des dimensions avec une molécule de benzène qui, à l'état liquide, est, en gros, un sphéroïde aplati, dont les grands axes ont environ 6,2 Å et le petit axe 4,2 Å. Lorsqu'on considère un modèle physique d'une solution de haut-polymères, on peut allouer à chaque molécule de solvant un site du réseau cristallin, alors qu'il faut attribuer à chaque molécule de polymère, un grand nombre de sites, formant un chemin continu sur le réseau quasi-cristallin. En fait, on peut allouer à chaque segment d'une molécule de polymère, un site sur le réseau quasi-cristallin, les

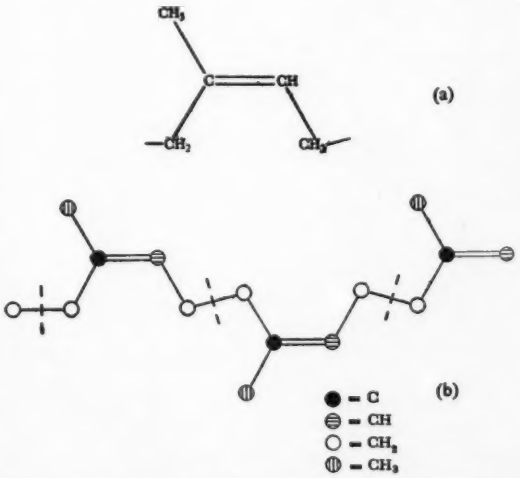

FIGURE 1 – (a) *Unité isoprénique.* (b) *Mode de liaison des unités isopréniques entre elles pour former la chaîne du caoutchouc, chaque unité ayant une orientation différente. Les lignes brisées indiquent les unités isopréniques séparées.*

[1] Notons qu'à ce point de vue, le mot «ordre» se rapporte à une relation géométrique entre un petit groupe de sites, et non au mode de distribution des sites sur un réseau cristallin régulier, comme dans l'étude des structures ordre-désordre dans les alliages.

segments consécutifs d'une molécule se distribuant dans les sites immédiatement voisins sur le réseau. Comme les sites alloués aux segments d'une molécule polymère doivent former un chemin continu dans le réseau, il y a des contraintes imposées sur l'occupation de sites qui se trouvent dans le voisinage immédiat les uns des autres. L'analyse mathématique montre que ces contraintes sont de même espèce (du point de vue de la mécanique statistique) que celles qu'introduisent les interactions modifiant l'état des molécules voisines. On peut tenir compte de ces contraintes dans l'examen du modèle physique que l'on a décrit.

Les méthodes statistiques qui conviennent le mieux à ce genre de modèle sont celles qui se bornent à supposer l'existence d'un ordre local bien défini entre chaque molécule et ses voisins. C'est Bragg et Williams, Bethe et Kirkwood qui ont développé ce genre de méthodes pour l'étude des structures ordre-désordre dans les alliages. Leur caractéristique est de ne considérer en détail que l'occupation d'un petit groupe de sites, et d'employer des valeurs moyennes pour tenir compte de l'occupation des sites en dehors du groupe. De cette façon, on peut construire de grandes fonctions de partition approchées.[1] On peut manifestement appliquer ces méthodes à un mélange liquide; c'est grâce à elles qu'on a pu donner pour la première fois sans ambiguïté, l'expression de l'énergie libre d'un système solvant-polymère.

En premier lieu, il y a avantage à considérer les solutions de haut-polymères où l'énergie de mélange est nulle. Cela permet d'isoler les effets des diverses dimensions et formes des molécules de polymère et de solvant. Cela se révèle particulièrement important, car il semble que l'écart avec le comportement idéal des solutions de hauts-polymères leur soit dû en majeure partie. On a obtenu, pour l'énergie libre d'un système monomère-polymère l'expression:

$$\frac{(\Delta A)_{r,1}}{kT} = \tfrac{1}{2}z\{N_1 + qN_r\} \log \frac{N_1 + qN_r}{N_1 + rN_r} - N_1 \log \frac{N_1}{N_1 + rN_r} - N_r \log \frac{N_r}{N_1 + rN_r} - \tfrac{1}{2}zqN_r \log q_r \quad \ldots\ldots\ldots(2)$$

où r désigne le nombre de motifs d'une molécule polymère, N_1 et N_r le nombre de molécules respectivement du solvant et du polymère; q est un paramètre qui donne le nombre de contacts rapprochés dus à chaque molécule polymère, et se définit par:

$$qz = rz - 2r + 2,$$

où z désigne l'indice moyen de coordination qui précise l'ordre local. Quant à $(\Delta A)_{r,1}$ c'est l'énergie libre du mélange, définie par:

$$A = A_1 + A_r + (\Delta A)_{r,1}$$

où A, A_r et A_1 sont les énergies libres de la solution, du polymère pur et du solvant pur respectivement. A partir ce cette expression, on peut calculer les courbes de pression de vapeur, en écrivant les conditions habituelles d'équilibre thermodynamique entre un liquide et sa vapeur. Les équations de la tension de vapeur sont:

$$\frac{p_1}{p_{1,0}} = \frac{N_1(N_1 + rN_r)^{\frac{1}{2}z-1}}{(N_1 + qN_r)^{\frac{1}{2}z}} \quad \ldots\ldots(3)$$

$$\frac{p_r}{p_{r,0}} = \frac{N_r(N_1 + rN_r)^{(\frac{1}{2}z-1)r}}{(N_1 + qN_r)^{\frac{1}{2}zq}} \quad \ldots\ldots(4)$$

où p_r et p_1 désignent les pressions partielles du polymère et du solvant respectivement au-dessus de la solution, et $p_{r,0}$ et $p_{1,0}$ désignent les tensions de vapeur des deux espèces pures à la même température. On voit sur la figure 2 la forme de ces courbes de tension de vapeur. La ligne droite représente la relation entre tension de vapeur et concentration en volume dans la solution pour un mélange se composant de molécules à peu près sphériques de la même grandeur et possédant une énergie de mélange inappréciable. On voit l'effet des différences de dimension et de forme des molécules des constituants sur les courbes (*a*), (*b*) et (*c*) qui donnent les courbes de tension de vapeur pour des mélanges respectivement monomère-dimère, monomère-trimère, et monomère-polymère. On peut voir que des différences de tailles, même relativement faibles, entre les molécules des constituants, (courbes (*a*) et (*b*)) entraînent un écart appréciable aux lois des solutions idéales. Lorsqu'il y a plusieurs milliers d'unités dans le polymère, (courbe (*c*)) l'écart est réellement très grand. Les cercles sur

[1] Une fonction de partition n'est qu'un artifice mathématique convenable pour décrire la distribution des énergies parmi les états de l'assemblage.

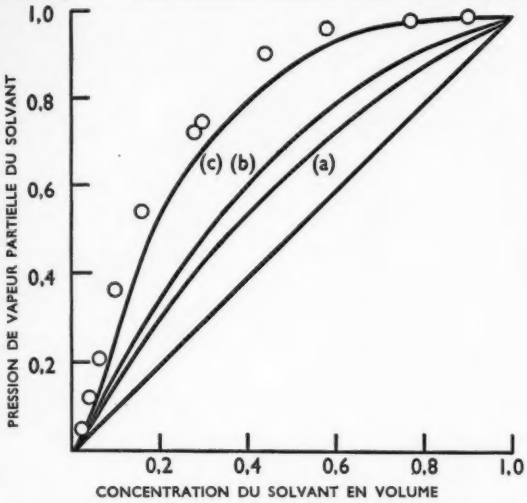

FIGURE 2 – *Pression de vapeur partielle en fonction de la concentration en volume du solvant. La ligne droite correspond à la solution idéal, et les courbes* (a), (b) *et* (c) *correspondent respectivement à des mélanges monomère-dimère, monomère-trimère et monomère-polymère. Les cercles représentent les résultats expérimentaux pour les mélanges caoutchouc-benzène.*

la figure 2 représentent les points expérimentaux obtenus à partir de mélanges caoutchouc-benzène. Il est clair que cette théorie simple, qui ne considère que des différences de dimensions et de forme des molécules des constituants, rend compte en majeure partie des écarts des systèmes solvants-polymères au comportement idéal. On obtient un accord tout aussi satisfaisant en comparant la théorie aux résultats expérimentaux obtenus à partir d'autres systèmes polymère-solvant, comme polystyrène-benzène et polystyrène-toluène. La théorie explique également les résultats expérimentaux sur l'absorption de vapeur par les haut-polymères. Dans ce cas, les molécules de vapeur prennent la place des molécules du solvant dans les mélanges liquides.

Une analyse plus détaillée des résultats expérimentaux révèle des divergences entre la théorie et l'expérience dans le domaine des solutions diluées. On ne peut rendre compte de cet écart en introduisant une énergie de mélange non nulle, car on a montré que son effet était relativement insignifiant. On ne peut pas plus en rendre compte à partir des hypothèses implicites du modèle physique, qui tiennent à l'emploi d'un indice moyen de coordination, ou à l'attribution d'un site à une molécule de benzène solvant ou à une unité de polymère. Aucune de ces hypothèses n'a d'effet appréciable. Cependant, il y a un autre effet à prendre en considération. Alors que dans les solutions un peu concentrées, les molécules polymères s'entremêlent et se répartissent également dans toute la phase liquide, en solution diluée, elles tendent à s'isoler. Par suite de leur flexibilité autour de leurs liaisons de valence, elles peuvent s'enrouler et former des pelotons. Cela change profondément le nombre de contacts entre solvant et polymère, ce qui modifie en retour la variation de la chaleur latente de dilution avec la concentration moléculaire. Dans les calculs théoriques développés jusqu'ici, on a admis tacitement que les propriétés de configuration des molécules polymères étaient indépendantes de leur concentration en solution. Il reste encore à faire l'étude des propriétés de configuration des molécules polymères, dans ses rapports avec la concentration, et leur effet sur les grandeurs thermodynamiques qui décrivent l'état de la solution.

BIBLIOGRAPHIE

(*a*) RÉFÉRENCES D'ORDRE GÉNÉRAL

FOWLER, R. H. « Statistical Mechanics », deuxième édition. Cambridge University Press, 1936.

MILLER, A. R. « The Theory of Solutions of High Polymers », Clarendon Press, Oxford, 1948.

(*b*) MÉTHODES D'ÉVALUATION DES FONCTIONS DE PARTITION

(*i*) *Méthode des Configurations locales*

BETHE, H. A. *Proc. Roy. Soc.*, A **150**, 552, 1935; CHANG, T. S. *Ibid.*, A, **169**, 512, 1939; MILLER, A. R. *Proc. Camb. Phil. Soc.*, **38**, 109, 1942; *ibid.*, **39**, 54, 1943; *ibid.*, **42**, 292, 1946; RUSHBROOKE, G. S. *Proc. Roy. Soc.*, A, **166**, 296, 1938; KIRKWOOD, J. G. *J. Chem. Phys.*, **6**, 70, 1938; BETHE, H. A., et KIRKWOOD, J. G. *Ibid.*, **7**, 578, 1939.

(*ii*) *Méthode de Cinétique chimique*

GUGGENHEIM, E. A. *Proc. Roy. Soc.*, A, **148**, 304, 1935; *ibid.*, **183**, 203, 1944; ORR, W. J. C., *Trans. Faraday Soc.*, **40**, 320, 1944.

(*iii*) *Méthode statistique*

MILLER, A. R. *Aust. J. Sci. Res.*, A, I, 319, 1948.

(*c*) DONNÉES EXPÉRIMENTALES

GEE, G., TRELOAR, L. R. G., et ORR, W. J. C. *Trans. Faraday Soc.*, **38**, 147, 276, 418, 1942; *I.R.I. Trans.* **18**, 266, 1943; *Trans. Faraday Soc.*, **40**, 463, 1944; *ibid.*, **41**, 340, 1945; *ibid.*, **42**, 507, 1946.

BAUGHAN, E. C. *Trans. Faraday Soc.*, **44**, 495, 1948.

BARRER, R. M. *Ibid.*, **43**, 3, 1947.

Revue des livres

LA CHIMIOTHÉRAPIE

The Basis of Chemotherapy, *par T. S. et Elizabeth Work. Pp. xx + 435, et de nombreux diagrammes linéaires. Oliver and Boyd, Edimbourg et Londres.* 1948. 26*s. net.*

Les auteurs soutiennent dans l'épilogue de leur livre que la chimiothérapie a atteint, en tant que science, la période de transition où la théorie prend le pas sur les faits et annonce les développements futurs. Même ceux qui possèdent certaines connaissances sur les découvertes récentes et sensationnelles telles que les sulfamides, la paludrine et les diverses vitamines, ne se rendent sans doute pas compte de l'immense étendue des faits connus et de leur hallucinante complexité avec les prolongements qu'ils poussent dans de nombreux terrains des sciences physique et biologique. La captivante introduction rétrospective sera donc précieuse aux lecteurs qui désirent obtenir une vue générale des développements et de la position actuelle de la chimiothérapie. Les chapitres suivants sur le métabolisme des cellules, les métabolites essentiels, l'inhibition des enzymes, l'antagonisme des remèdes chimiques, leur résistance et le rapport de la structure avec l'activité des mêmes produits présentent à ceux qui recherchent des renseignements plus détaillés, un compte-rendu impartial et bien documenté des travaux récents. En lisant cet ouvrage dont les références citent près de mille articles originaux, on est frappé par la complexité des problèmes soulevés, la difficulté des techniques expérimentales et par l'ingéniosité extrême avec laquelle les chercheurs divers ont poursuivi la recherche de solutions partielles ou entières. De cette richesse de documents les auteurs ont extrait les traits saillants et les ont présentés si clairement que leur livre sera d'une valeur remarquable pour tous ceux qui désirent poursuivre des études de chimiothérapie.

E. L. HIRST

LA STREPTOMYCINE

De Koch a Waksman, La Estreptomicina y la Lucha contra el *Mycobacterium tuberculosis, par Florencio Bustinza. Pp. xvi + 269. Espasa-Calpe, S.A., Madrid.* 1948. 120 *ptas.*

La portée de ce livre est plus vaste que son titre ne le suggère. Outre l'exposé clair et détaillé de l'histoire, de la manufacture et de l'application médicale de la streptomycine qu'il contient, on y trouve un compte-rendu excellent de l'antibiose et des antibiotiques en général. Les références aux textes sur le sujet sont très complètes et couvrent chaque aspect de la question—médical, pharmaceutique et chimique. Sans tomber nullement dans la recherche du sensationnel qui caractérise beaucoup de textes de vulgarisation sur le sujet, M. le Professeur Bustinza a reconnu son côté dramatique et a réussi à inclure cet aspect dans un exposé précis et érudit de la streptomycine et autres antibiotiques. A un moment où l'on manifeste un si grand intérêt pour ces questions, la parution de ce livre sera bien accueillie par tous.

LA THÉORIE ÉLECTRONIQUE DE LA CHIMIE ORGANIQUE

The Electronic Theory of Organic Chemistry, *par M. J. S. Dewar. Pp. x + 324. The Clarendon Press, Oxford.* 1949. 30*s. net.*

Il y a plus de dix ans qu'un chimiste britannique n'ait publié d'ouvrage sur les processus électroniques des réactions organiques. La période intermédiaire a été témoin d'avances très importantes, telles que l'étude de Hughes et Ingold sur les différences essentielles entre les réactions unimoléculaires et bimoléculaires et l'application détaillée de la mécanique ondulatoire à l'élucidation des problèmes de structure. Le Docteur Dewar ayant étudié la portée essentielle de tous ces travaux, Sir Robert Robinson, dans un avant-propos de quatre pages, recommande à juste titre cet ouvrage aux étudiants comme étant «le meilleur exposé existant des théories modernes sur le mécanisme des réactions des composés carboniques.»

L'auteur présente ses conceptions sous forme d'orbitaux moléculaires et démontre que ceci s'accorde avec les théories fondamentales de Lapworth et de Robinson. Il rend aux chimistes organiques un grand service en rompant avec la phraséologie stagnante de «l'état de résonance» utilisée par Pauling et Wheland, qui a obscurci dans plusieurs publications américaines récentes la signification réelle des différences essentielles entre l'état normal et l'état réactif des composés organiques. Il est regrettable, toutefois, que le Docteur Dewar ait écrit son livre si hâtivement. Il a l'ingénuité d'admettre dans sa préface qu'il n'accorde pas la priorité qui se doit aux idées des chimistes particuliers et il cite si peu de références qu'il est souvent difficile de vérifier l'origine et l'exactitude de ses déclarations. Ceux auxquels le sujet est familier, découvriront de nombreuses erreurs de faits et d'interprétation qui diminuent sérieusement la valeur de l'ouvrage. Sa lecture est cependant si vivifiante que l'on espère voir une seconde édition, soigneusement revue et corrigée.

W. A. WATERS

LAMPES À DÉCHARGE ÉLECTRIQUE

Discharge Lamps for Photography and Projection, *par H. K. Bourne. Pp. xv + 424, avec de nombreuses tables et illustrations. Chapman and Hall, Londres.* 1948. 36*s. net.*

Les appareils à décharge électrique, familiers jusqu'à une date encore récente au chercheur et à l'ingénieur seulement, sont maintenant chose courante, même s'ils gardent leur secret pour la plupart des gens.

L'auteur du livre qui nous intéresse a des titres et une expérience considérables dans l'étude de cette question. Son ouvrage traite principalement des lampes à décharge électrique telles qu'on les trouve en Angleterre, bien que certaines parties s'occupent des lampes américaines à décharge fluorescente et à décharge-éclair. Les caractéristiques électriques et lumineuses principales des lampes à décharge sont traitées d'une façon complète et l'on insiste sur leur utilisation pour la photographie et la projection. Le titre de l'ouvrage ne répond pas exactement, toutefois, au contenu et l'on aimerait y voir une allusion aux «Autres sources» pour couvrir les arcs à incandescence, qui ne sont pas des lampes à décharge au sens courant du mot et les lampes à filament incandescent.

On trouve réunie dans ce livre une documentation de grande valeur pour tous ceux qui s'intéressent aux lampes à décharge, que ce soit pour la photographie ou pour les applications beaucoup plus importantes dans le champ de la technique de l'éclairage. Il n'est certainement pas sans défaut: la disposition et la présentation des matériaux offrent prise aux critiques. La question de la fluorescence est, par exemple, traitée dans deux chapitres différents, sans raison valable. De plus, les tubes à décharge-éclair à haute intensité sont

inclus dans le même chapitre que les lampes au magnésium qui ne sont pas véritablement des lampes à décharge électrique. On se demande pourquoi il n'y a pas la moindre allusion à la méthode historiquement intéressante et toujours importante de la photographie par étincelle. L'utilisation des lampes à décharge-éclair pour l'enregistrement photographique de l'arrivée des courses n'est pas davantage mentionnée.

Les références bibliographiques et de brevets se trouvent à la fin de chaque chapitre. Il y a ainsi beaucoup de répétitions inutiles qui auraient été évitées par une seule table de références à la fin du livre. Les reproductions sont nombreuses et satisfaisantes pour la plupart.

H. G. JENKINS

LES EAUX DE DÉCHET INDUSTRIEL

The Treatment and Disposal of Industrial Waste Waters, *par B. A. Southgate. Pp.* 327 *et plusieurs diagrammes linéaires. His Majesty's Stationery Office, Londres.* 1948. 12*s.* 6*d. net.*

La purification des eaux d'égout et des déchets industriels constitue de nos jours un problème vital et l'établissement de toute nouvelle industrie amène avec elle des difficultés imprévues à surmonter. Il y a trente-cinq ans qu'un livre sur le traitement des eaux industrielles polluées n'avait pas été publié en Grande-Bretagne et il n'existe pas d'homme mieux équipé pour cette tâche que le Docteur Southgate, Directeur de la Pollution des Eaux au *Department of Scientific and Industrial Research.* Cet établissement s'attaque journellement à de nouveaux problèmes liés à la production des déchets industriels et produit des travaux sur leur traitement et la prévention de la contamination.

Après avoir discuté l'effet de la pollution sur l'utilisation de l'eau et sur les poissons, plusieurs chapitres sont consacrés au traitement moderne des eaux d'égout et aux principes généraux de traitement des eaux industrielles polluées et de la façon dont en disposer. Une description vient ensuite sur le traitement des liquides industriels spéciaux. Chaque industrie est d'abord décrite simplement afin de permettre au lecteur de se familiariser avec sa technique et ses termes de métier les plus communs; puis vient le thème principal du traitement et de la liquidation des déchets résultant de chaque procédé.

Les analyses chimiques sont exprimées au cent-millième mais on espère que dans les éditions à venir de l'ouvrage, l'auteur changera d'avis et exprimera ses résultats au millionième.

Outre sa valeur scientifique pour un grand nombre de chercheurs, c'est là un livre de lecture captivante et très aisée, même pour ceux qui ne connaissent pas en détail tous les procédés intéressés.

E. WINDLE TAYLOR

ÉLECTRONS ET MÉTAUX

Electrons, Atoms, Metals and Alloys, *par William Hume-Rothery. Pp.* 377 *et de nombreuses illustrations en demi-teintes et figures. Louis Cassier Co. Ltd., Londres.* 1948. 25*s. net.*

Le Docteur Hume-Rothery a écrit récemment un livre intitulé *Atomic Theory for Students of Metallurgy* et a été alarmé de découvrir que son ouvrage, destiné et intelligible à l'étudiant avancé, était à peine déchiffrable par un bon nombre d'industriels métallurgistes plus âgés. Le livre qui nous intéresse essaie de présenter la théorie électronique moderne des métaux aux lecteurs doués et versés dans la métallurgie classique mais qui n'ont ni le loisir d'étudier pendant de longues périodes ininterrompues, ni les connaissances mathématiques que l'on suppose chez l'étudiant moderne. Le Docteur Hume-Rothery présente son livre sous forme de dialogue entre un jeune scientifique et un métallurgiste plus âgé. Grâce à ce stratagème et en insistant sur les principes physiques fondamentaux, il a été à même d'offrir pour la lecture un exposé très satisfaisant des théories modernes. Il était inévitable que l'ouvrage soit plus long qu'un exposé normal couvrant le même terrain. Les 165 figures, admirablement choisies ajoutent beaucoup à la présentation, bien que certaines des microphotographies ne portent pas d'indication de grossissement. La plupart des questions traitées se trouvent dans les manuels sur la théorie électronique des métaux, mais la discussion détaillée des facteurs qui gouvernent les diagrammes constitutionnels sera une nouveauté pour beaucoup. Il y a un chapitre sur la déformation plastique, mais en général ne sont envisagées que les propriétés d'équilibre des métaux et alliages et certaines questions comme la cinétique de la précipitation, ne sont pas étudiées.

F. R. N. NABARRO

LA SPECTROSCOPIE DES FLAMMES

Spectroscopy and Combustion Theory, *par A. G. Gaydon. Pp. xii* + 242, *et* 4 *planches. Chapman and Hall, Londres.* 2e édition. 1948. 25*s. net.*

La première édition de cet intéressant volume fut publiée en 1942. Elle offrait un exposé satisfaisant des principes fondamentaux de l'application des méthodes spectroscopiques à l'étude des flammes et autres systèmes cinétiques, ainsi qu'une bibliographie utile et une discussion lucide des apports faits par la spectroscopie à l'élucidation de certains problèmes particuliers comme l'arrière-combustion de l'oxyde de carbone, auxquels l'œuvre du Dr Gaydon a apporté des éclaircissements considérables.

On y a ajouté maintenant un chapitre sur les spectres continus et sur le rôle de l'oxygène atomique dans la combustion; les résultats de récents travaux expérimentaux ont été inclus par ailleurs si bien que la nouvelle édition est de quelque cinquante pages plus longue que la précédente, plus abondamment illustrée et d'un prix plus élevé en conséquence.

On ne saurait s'attendre cependant à une conclusion différente de la première, si décevante qu'elle soit pour le spectroscopiste; il faut chèrement payer les fruits de cette méthode, lorsqu'elle veut bien en donner. Il semble que le mot de l'énigme aussi complexe que celui de la combustion des hydrocarbones ne peut être trouvé que par les efforts combinés de toutes les méthodes connues. Ce livre donnera une bonne idée de ce qu'on peut attendre exactement de la spectroscopie dans cette coopération.

R. F. BARROW

LES PRINCIPES DE LA THÉORIE PHOTOGRAPHIQUE

Fundamentals of Photographic Theory, *par Thomas H. James et George C. Higgins. Pp.* 286. *Chapman and Hall, Londres.* 1948. 21*s. net.*

La chemise du livre déclare qu'il est « destiné à l'amateur photographe comme au spécialiste », mais il ne faut pas en conclure que c'est là un ouvrage de photographie scientifique typique. Il demande au contraire chez son lecteur de solides connaissances de physique et de chimie. Les auteurs se sont sagement limités à la discussion des réactions physiques et chimiques qui ont lieu dans la production de photos en noir et blanc à l'aide de sels

d'argent. La photographie en couleurs n'est envisagée qu'incidemment et occupe quelques paragraphes seulement au chapitre des réactions de développement. On n'a nullement essayé d'introduire l'étude des lentilles ou des appareils photographiques, regardée par les auteurs, selon leur préface, comme un sujet distinct. Peu contesteront cette décision car il y a eu beaucoup trop de livres de photographie qui en essayant de couvrir trop de terrain, finissaient par être soit détaillés à l'excès, soit superficiels. Les auteurs ont évité ce piège en limitant le champ traité et ont écrit un livre de lecture attrayante et profitable. Chaque chapitre est muni de références très complètes et il y a un répertoire excellent.

On peut certainement recommander ce livre aux photographes connaissant les rudiments scientifiques et à ceux aussi qui désirent un exposé suffisamment bien documenté pour leur permettre d'étudier tout point particulier.

PETER A. LE NEVE FOSTER

COLLOÏDES

Colloid Science, *par A. E. Alexander et P. Johnson. 2 volumes, pp.* 837, *avec de nombreux croquis et diagrammes. Oxford University Press, Londres.* 1949. 60s. *net.*

Ce livre constitue un apport remarquable à la littérature des colloïdes et il est probablement le premier ouvrage où le sujet soit traité d'une façon complète en tenant compte de la chimie physique moderne. Les trois premiers chapitres offrent une excellente introduction générale au sujet; ils sont suivis de treize autres où les diverses questions sont traitées à fond, du point de vue théorique et expérimental. Certaines sections de la théorie sont ardues mais les auteurs ne demandent pas de connaissances préalables supérieures à celles de l'étudiant de chimie de dernière année et ils expliquent les points difficiles. Le traitement de l'application de la thermodynamique, de la théorie des électrolytes forts, de l'électrophorèse et des mouvements Browniens aux colloïdes semble être particulièrement réussi; de même, l'exposé des méthodes et des résultats expérimentaux modernes est excellent et fait preuve d'un choix judicieux. Viennent ensuite trois chapitres sur les surfaces, trop courts pour traiter le sujet complètement mais satisfaisants surtout en ce qui concerne les techniques modernes expérimentales pour l'étude des couches monomoléculaires. Le second volume contient neuf chapitres descriptifs qui traitent de questions assez décousues—solutions colloïdales diluées, colloïdes coagulés, mousses, émulsions, électrolytes colloïdaux, argiles et zéolithes, protéines, polymères et membranes. On y trouve beaucoup de renseignements utiles mais pour une connaissance plus approfondie, il faudrait avoir recours à des études monographiques plus importantes.

Le style est clair et agréable, bien que rappelant parfois celui de notes hâtives. Il y a peu d'ouvrages comparables à celui-ci en tant que manuel complet sur les colloïdes.

N. K. ADAM

LES PLANTES DES ÎLES BRITANNIQUES

Drawings of British Plants, *par Stella Ross-Craig. Première partie: Les Renonculacées,* 6 *pages et* 44 *planches en noir; deuxième partie: Les Berbéridacées, Nymphéacées, Papavéracées, Fumariacées,* 6 *pages et* 22 *planches en noir. G. Bell and Sons Limited, Londres.* 1948. 6s. et 4s. 6d. *net respectivement.*

Ce sont là dessins plaisants à regarder et bien imprimés sur du bon papier. Il n'y a pas de texte descriptif dans cette collection de Miss Ross-Craig, mais on y trouve un avant-propos de Sir Edward Salisbury et une introduction de l'artiste elle-même. Les illustrations ont été faites à partir de dessins finement exécutés et montrant les plantes ou parties de plantes grandeur naturelle, accompagnés d'agrandissements des points particuliers et parfois (lorsqu'il s'agit d'une plante de grande taille) par des dessins à petite échelle afin de montrer l'habitus de la plante. Elles méritent pleinement l'éloge de Sir Edward Salisbury selon qui « elles réalisent une heureuse combinaison de peinture artistique et d'exactitude scientifique de détail qui ne peut manquer de séduire ceux qui les utiliseront dans leurs essais d'identification, comme documents scientifiques ou pour leur plaisir esthétique ». Certains lecteurs seront surpris de découvrir qu'en dépit du grand nombre d'ouvrages existants sur la flore des Iles Britanniques, « il n'y a pas encore de série complète d'illustrations de nos plantes à fleurs donnant des analyses détaillées ainsi qu'un dessin grandeur naturelle de chaque espèce »; voici ce qu'il en est et l'on souhaite vivement que cette série se complète. Elle a l'intention de comprendre toutes les espèces étrangères qui se sont implantées ou sont en train de s'implanter sur une vaste superficie. Les deux parties sont assez coûteuses mais cela est compensé par la qualité du papier et de l'impression.

T. A. STEPHENSON

LA SCIENCE AU CINÉMA

Science in Films, *rédigé par Blodwen Lloyd, M.Sc., Ph.D. Pp.* 238. *Sampson Low, Marston and Company Limited, Londres.* 1948. 15s. *net.*

La Grande-Bretagne peut revendiquer à juste titre l'initiative des progrès réalisés pendant ces vingt dernières années par le film documentaire en tant que distinct du film à intrigue. On a fait des films d'information par milliers et on les a présentés de toutes les façons possibles suivant le but à atteindre. C'est ce choix de la façon dont est traité un sujet qui distingue le film documentaire du film purement scientifique. Le documentaire a tendance à montrer plus de fantaisie dans sa conception et ceci pour « faire entrer » les faits tout en distrayant; le film scientifique traite son sujet d'une façon plus détachée.

Science in Films, couvre cependant un terrain beaucoup plus vaste que le film purement scientifique. C'est une revue de la situation présente par rapport aux films à sujets scientifiques, et c'est là pour cette raison un précieux ouvrage de références pour le savant et l'éducateur, le profane amateur et le directeur de films lui-même. Les techniques modernes pour le traitement des sujets scientifiques sont étudiées dans des chapitres rédigés par des experts. Il y a, par exemple, un excellent chapitre sur la cinéradiographie. On y trouve de plus, réunis dans une section spéciale, des renseignements sur les films scientifiques produits dans chaque pays et sur les groupements qui s'intéressent à ce genre de films.

Le livre du Docteur Blodwen Lloyd est un ouvrage de références dont on avait le plus grand besoin dans un monde où des aides visuelles sont utilisées chaque jour de plus en plus pour toute forme d'éducation et d'information.

J. G. COOK

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

The Measurement of Stress and Strain in Solids (*Compte-rendu d'une conférence tenue à Manchester les* 11, 12 *et* 13 *juillet* 1946). *Pp. xvi* + 114, *avec* 33 *illustrations et* 8 *planches. The Institute of Physics, Londres.* 1948. 17s. 6d. *net.*

Ce volume qui vient à un moment opportun reflète l'intérêt croissant que

l'on attache aux techniques employées dans la mesure des propriétés des matériaux—intérêt dont l'aboutissement fut la création en 1942 aux Etats-Unis d'une Société pour l'étude expérimentale de l'élasticité. Le résultat de la conférence de Manchester fut de former au sein du *Institute of Physics* britannique un groupe animé de la même ambition, et ce rapport peut en être regardé comme la première manifestation. Certains des articles (tel que celui de feu Eric Jones sur quelques caractéristiques physiques des extensomètres à résistance) sont des compte-rendus critiques des questions spécialement choisies. La photo-élasticité occupe naturellement une large place dans l'étude moderne de la tension; l'exposé de M. Fisher sur quelques développements récents de la photo-élasticité est un travail d'intérêt exceptionnel. Parmi les autres sujets traités on compte l'utilisation des rayons X dans la mesure des efforts et des tensions résiduelles, les extensomètres acoustiques et à haute fréquence. Les expérimentateurs s'intéresseront vivement aux problèmes envisagés sans exception, mais il serait à souhaiter qu'un bref exposé des principes fondamentaux de la photo-élasticité vienne encore ajouter à la valeur d'un ouvrage déjà hautement appréciable.

ALLAN FERGUSON

LA CORROSION DES MÉTAUX

Corrosion Handbook, *rédacteur en chef Herbert H. Uhlig. Pp.* 1188, *avec plusieurs illustrations en demi-teintes et figures. John Wiley and Sons Inc., New York; Chapman and Hall Limited, Londres.* 72*s. net.*

Il ne s'agit pas là d'une encyclopédie et pas non plus d'un manuel au sens courant du mot. Cet ouvrage n'entre dans aucune de ces catégories, en ce qu'il présente de façon très érudite des connaissances scientifiques et techniques sous forme de chapitres, écrits chacun par un spécialiste de réputation internationale. La théorie de la corrosion, de la passivité et de l'oxydation est traitée très amplement; de même en ce qui concerne la corrosion liquide et gazeuze de tous les métaux et alliages industriels, le décapage à haute température et les méthodes de contrôle et de protection contre la corrosion. Un glossaire, un index et de nombreuses tables rendent le livre d'utilisation pratique.

Les effets mécaniques en corrosion, parmi lesquels la corrosion de tension, de fatigue et d'usure figurent au premier rang, sont bien traités en dépit de trop de brièveté. Vingt-sept pages sont insuffisantes pour présenter une série de phénomènes qui sont responsables dans l'ensemble du plus grand nombre des pannes de service.

Tous les laboratoires et bibliothèques de recherche industrielle accueilleront ce livre très favorablement, ainsi que de nombreux chimistes et ingénieurs.

A. J. GOULD

LA FERTILITÉ DU SOL

Pioneers of Fertility, *par Crichton Porteous. Pp. vii* + 125, *avec* 46 *illustrations de Michael Ayrton. Fertiliser Journal Limited, Londres.* 1948. 10*s. net.*

Crichton Porteous, romancier de l'école d'Adrian Bell a fait là une étude chronologique des hommes qui nous ont conduits, étape par étape, le long de la voie du développement de la fertilité du sol. Ce sont Fitzherbert et Tusser, Townshend, Tull, Young et Coke; Liebig, Lawes et Gilbert; et de nombreux autres dont les noms sont peut-être moins connus, mais dont les travaux ne furent pas moins héroïques. Porteous, avec son instinct de romancier, a insisté sur la lutte que presque tous durent livrer contre la critique et le préjugé, l'habitude et l'inertie.

Hommes de science et hommes pratiques se succèdent dans ce défilé aimable. Avant Liebig viennent John Knight et son fils qui abandonnèrent l'avantageuse industrie du fer afin de mener une lutte de soixante années contre l'emprise des landes de l'Exmoor. Et qui se souvient aujourd'hui de John Mechi, « roi » de l'aiguiseur à rasoir qui investit sa fortune dans l'agriculture, devint un propagandiste fervent des méthodes nouvelles et perdit tous ses biens dans la première crise de baisse des produits du sol national ? Le thème de l'ouvrage est l'évolution des méthodes modernes, mais un autre thème se lit entre les lignes — celui de l'individualité calme et farouche de presque tous ces hommes. C'est ce qui en fait un livre de grande classe pour toutes les catégories de lecteurs.

DONALD P. HOPKINS

INSTRUMENTS SCIENTIFIQUES

Scientific Instruments II, *rédigé par H. J. Cooper. Pp.* 306. *Hutchinson's Scientific and Technical Publications, Londres.* 1948. 30*s. net.*

Ce livre de bonne présentation offre la courte description, avec de nombreux diagrammes et illustrations de quelque 150 instruments scientifiques. Leur étude se divise en sept différentes sections: instruments optiques, astronomiques, de navigation, électriques, électroniques, instruments pour l'essai des matériaux, pour l'enregistrement et instruments divers, cette dernière partie comprenant des chapitres sur l'expérimentation des modèles de bateaux et d'avions, les machines à calculer, et le dessein des instruments. Il est évident que c'est là un choix assez hétérogène et le rédacteur nous explique qu'il s'agit d'intéresser l'étudiant et le travailleur scientifique à certains des instruments utilisés dans des domaines différents des leurs et si possible leur fournir une inspiration plutôt qu'une documentation détaillée à l'usage du spécialiste. Quelques chapitres atteindront dans une certaine mesure le but visé, à condition que le lecteur ne soit bien informé du sujet traité; si ses connaissances sont même superficielles, il constatera probablement que les descriptions nécessairement écourtées le renseignent à peine davantage que ses lectures d'ordre général et son intérêt s'arrêtera aux excellentes photographies d'instruments modernes. On pourrait citer une ou deux exceptions à ce qui précède et en particulier la brillante et brève étude sur les machines à calculer. On souhaiterait que le rédacteur eût omis le compte-rendu hâtif des appareils de désintegration nucléaire, quel que soit son intérêt d'actualité, puisqu'il existe de bien meilleurs exposés individuels. L'espace consacré à la mesure de l'électricité et aux circuits de lampes thermioniques aurait été avantageusement remplacé par des références à l'un quelconque des ouvrages types existant en si grand nombre sur le sujet.

B. M. CROWTHER

DIAGRAMMES ZOOLOGIQUES

Practical Zoological Illustrations, Invertebrates, *par W. S. Bullough. Une pochette de* 32 *cartes. Macmillan and Company Limited.* 1948. 15*s. net.*

Ces illustrations imprimées sur cartes séparées (37 × 24 cm) sont réalisées dans le but de faciliter l'examen pratique de ces invertébrés que l'on étudie dans les programmes scolaires et de première année d'université. L'auteur fait savoir que c'est l'insuffisance de nombreuses illustrations de manuels qui l'a induit à les produire.

Les figures sont toutes demi-schématiques, très complètement et très clairement annotées; un bref paragraphe

d'instructions pratiques accompagne chacune d'entre elles. L'auteur s'attend à recevoir la critique que les étudiants seront tentés de copier les figures au lieu des spécimens; il souligne en conséquence que c'est le devoir du maître d'insister sur l'effort individuel et d'enseigner l'usage correct des livres.

Ces diagrammes furent à l'origine préparés par l'auteur pour être utilisés dans sa propre classe, et ses étudiants les trouvèrent si utiles qu'il les rend maintenant accessibles à d'autres. Ils rempliront aisément leur but à condition d'être bien utilisés.

L. HARRISON MATTHEWS

LIVRES DE L'AVENIR

Bookforecast. *Publié mensuellement par la Bibliographia Internationalis Brill, Leyde. Prix* 38*s. par an.*

Trop souvent on a la première nouvelle de la publication de nouveaux livres — surtout lorsqu'il s'agit de l'étranger — longtemps après leur première parution. Bien que ces informations anticipées soient publiées par les maisons d'édition individuelles, ces dernières sont tellement nombreuses, qu'il est absolument impossible de se tenir au courant de tout. Plus de 150 maisons de réputation internationale ont déjà consenti à contribuer à ce nouveau condensé mensuel régulier fourni par *Bookforecast.*

MOISISSURES PATHOGÉNIQUES

Biology of Pathogenic Fungi, *rédigé par Walter F. Nickerson. Pp. xx* + 236. *Chronica Botanica Company, Waltham, Mass., U.S.A.* 1947. $5 *net.*

Le renom des *Annales Cryptogamici et Phytopathologici* aiguise l'intérêt excité par le titre de son dernier volume, *Biology of Pathogenic Fungi.* Une première déception nous est reservée en constatant que la grande majorité des moisissures pathogéniques — celles qui attaquent les plantes et les animaux — est omise; l'ouvrage ne traite que de celles qui vivent aux dépens de l'homme. Les travaux récents sur la nutrition, la respiration et les produits métaboliques de ces moisissures sont passés en revue par le Docteur Nickerson dans une étude bien équilibrée de 60 pages. Les 150 pages restantes de texte ont été remplies par douze auteurs qui traitent à tour de rôle des *Torulopsidoideae*, de la chromoblastomycose, du *Pityrosporum ovale*, de la coccidioidomycose, de la «mycopathologie» italienne en 1941–5, de l'action des sulfamides et des antibiotiques, de la distribution géographique de certaines maladies de l'homme dues à des moisissures et des lipides des moisissures. Chaque auteur repart de nouveau avec sa propre numération des figures et des tables, insistant sur le fait que ces apports ne sont liés les uns aux autres qu'au pur sens physique du mot.

R. W. MARSH

TELECOMMUNICATIONS RESEARCH ESTABLISHMENT

One Story of Radar, *par A. P. Rowe. Pp.* 206, *et* 7 *planches. Cambridge University Press.* 1948. 8*s.* 6*d. net.*

M. A. P. Rowe était pendant la guerre directeur-en-chef du *Telecommunications Research Establishment*, dont il retrace l'histoire depuis l'origine dans cet ouvrage. Le T.R.E. fut le premier gîte du radar, et en raison de son association avec la R.A.F. qui l'utilisa plus qu'aucun autre corps militaire, il devint le plus important établissement britannique de recherche sur ce terrain. L'énorme succès du T.R.E. doit être attribué en grande partie à l'auteur dont la personnalité s'est imprimée si fortement sur l'organisation. Bien qu'il ne fût pas lui-même un chercheur scientifique, Rowe a servi de centre de ralliement aux efforts de la brillante équipe qu'il avait réunie sous ses ordres et son intuition forte du véritable rôle de la science en temps de guerre et de la coopération intime qui devrait exister entre savant et soldat a grandement aidé à orienter ces efforts dans la bonne direction et à permettre leur fructueuse application.

J. C. KENDREW

LA STATISTIQUE EN INDUSTRIE

Statistical Methods in Research and Production (with special reference to the Chemical Industry). *Rédigé par Owen L. Davies. Pp. xii* + 292. *Edité à l'intention des Imperial Chemical Industries Ltd. par Oliver and Boyd, Londres.* 1947. 28*s. net.*

Ce volume compilé par les soins des membres du personnel de statistique des Imperial Chemical Industries Limited, constitue une addition importante à la série des ouvrages élémentaires de statistique. La valeur pour les chimistes industriels de techniques mises au point à l'origine pour des recherches biologiques est illustrée par des exemples tirés des méthodes de contrôle expérimental et routinier, donnant toujours une importance spéciale à l'interprétation de l'analyse statistique. Le lecteur qui étudie la discussion méthodologique et les exemples développés devrait en tirer à la fois la possibilité de comprendre l'estimation, les tests de signification, les variations et l'analyse par régression, l'échantillonnage, et celle d'appliquer les procédés de statistique. Deux chapitres sur les diagrammes de contrôle montrent clairement la progression naturelle du contrôle de qualité d'après la théorie élémentaire de l'essai des échantillons.

D. J. FINNEY

TUBES MODULÉS DE VITESSE

Velocity-Modulated Thermionic Tubes, *par A. H. W. Beck. Pp. x* + 180, *avec* 56 *diagrammes. Cambridge University Press.* 1948. 15*s. net.*

Ce livre est le quatrième de la série *Modern Radio Technique* dont il confirmera la réputation. Tout comme les précédents, il rend compte des développements réalisés pendant la guerre, pour la plupart en secret, et malgré la publication à l'heure actuelle de la plus grande partie des documents, un sommaire fourni et révélateur tel que celui-ci saura être de grande utilité, comme source d'information et ouvrage de référence.

Une étude assez détaillée de la théorie de l'échange d'énergie entre un faisceau d'électrons et un champ électromagnétique forme la pièce maîtresse du livre, mais l'auteur a veillé à ce que l'action physique des tubes modulés de vitesse ne soit pas obscurcie par les mathématiques. Les facteurs réglant l'opération pratique des diverses catégories de tubes (dont le klystron et le klystron à réflection sont à l'heure actuelle les plus importantes) sont étudiés longuement et les principes de bonne mise au point sont suivis jusqu'au bout. L'auteur a puisé dans sa propre expérience sur ce point, donnant des exemples pratiques de calculs d'étude de tubes devant remplir des conditions spécifiques; plusieurs tables et graphiques de renseignements essentiels y figurent.

Le mode de construction pratique et de manufacture n'est pas considéré, et bien qu'il y ait un chapitre dans lequel certains détails de l'étude des pièces composantes et du montage soient étudiés, on relève l'absence de diagrammes ou de photographies avec dimensions.

B. M. CROWTHER